

**PENENTUAN KADAR KALSIUM DENGAN METODE
PERMANGANOMETRI TERHADAP TEMPE
YANG DIBUNGKUS PLASTIK DAN DAUN
DI PASAR ARENGKA
PEKANBARU**



Oleh

SRI RAHMADANI

NIM. 10717000809

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
1432 H/2011 M**

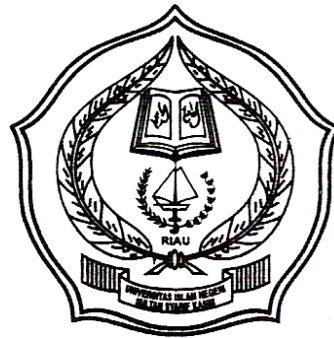
**PENENTUAN KADAR KALSIUM DENGAN METODE
PERMANGANOMETRI TERHADAP TEMPE
YANG DIBUNGKUS PLASTIK DAN DAUN
DI PASAR ARENGKA
PEKANBARU**

Skripsi

Diajukan untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Pendidikan

(S.Pd.)



Oleh

SRI RAHMADANI

NIM. 10717000809

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
1432 H/2011 M**

PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul *Penentuan Kadar Kalsium dengan Metode Permanganometri terhadap Tempe yang dibungkus Plastik dan Daun di Pasar Arengka Pekanbaru*, yang ditulis oleh Sri Rahmadani NIM. 10717000809 dapat diterima dan disetujui untuk diujikan dalam sidang munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pekanbaru, 23 Rajab 1432 H
25 Juni 2011 M

Menyetujui

Ketua Program Studi
Pendidikan Kimia

Pembimbing

Dra. Fitri Refelita, M.Si.

Zona Octarya, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul *Penentuan Kadar Kalsium dengan Metode Permanganometri terhadap Tempe yang dibungkus Plastik dan Daun di Pasar Arengka Pekanbaru*, yang ditulis oleh Sri Rahmadani NIM. 10717000809 telah diujikan dalam sidang munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau pada tanggal 10 Sya'ban 1432 H/11 Juli 2011 M. Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Kimia.

Pekanbaru, 10 Sya'ban 1432 H
11 Juli 2011 M

Mengesahkan
Sidang Munaqasyah

Ketua

Sekretaris

Prof. Dr. H. Salfen Hasri, M.Pd.

Dra. Fitri Refelita, M.Si.

Penguji I

Penguji II

H. Hadinur, S.Si.,M.Med.Sc.

Pangoloan Soleman, S.Pd.,M.Si.

Dekan

Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan

Dr. Hj. Helmiati, M.Ag.

NIP. 19700222 199730 2 001

PENGHARGAAN

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, tiada henti-hentinya penulis haturkan ucapan syukur dan cinta kepada Allah. Karena dengan rahmat serta karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang penulis beri judul “Penentuan Kadar Kalsium dengan Metode Permanganometri terhadap Tempe yang dibungkus Plastik dan Daun di Pasar Arengka Pekanbaru”.

Selawat dan salam selalu tercurah kepada Qudwatuna Muhammad Saw sang Revolusioner dan Guru sepanjang masa. Semoga diakhirat kelak kita mendapat pertolongannya dan terhimpun sebagai umat-umatnya yang bertaqwa, aamiin ya Rabbal ‘alamin.

Dalam penyelesaian skripsi ini, tentunya banyak sekali pihak-pihak yang berjasa. Baik dalam bentuk penyemangat ruhani, bimbingan, arahan, motivasi dan lain sebagainya. Oleh sebab itu, pada kesempatan yang berbahagia ini penulis memberikan Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Nazir selaku rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
2. Ibu Dr. Hj. Helmiati, M.Ag selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Dra. Fitri Refelita, M.Si selaku Ketua jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Zona Octarya, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah berupaya membimbing penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

5. Kepada Pak Hadinur, Pak Amrizal, Pak Lazulva, Pak Pangoloan, Buk Elvi, Buk Yenni, Buk Silvi dan segenap dosen pengajar di jurusan pendidikan kimia, yang telah memberikan wawasan dan pengetahuan kepada penulis.
6. Kepada Bapak Dr. Khairat, M.Si selaku Kepala Laboratorium Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau.
7. Kepada Ibu Yeni Indrawati, ST dan Ibu Deby Octavia S.Pd selaku Pranata Laboratorium Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau.
8. Kepada Ibunda dan Ayahanda tercinta, sumber kekuatan saat lelah melangkah. Berkat doa-doa yang terus mengalir serta restu dari keduanya penulis mendapatkan kemudahan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Kepada Uni Yendraliza (*Wonder Woman*), Bang Reska Darto dan Bang Idrus Yamin (*Super Hero*) *in my life*. Kak Dwi, Bang Wid, Adik tercinta Randi Maulana, Farhan Maulana calon mujahid Allah. Langkah perjuangan semakin berarti dengan keindahan bersaudara.
10. Kepada kakak-kakak, teman-teman, dan adik-adik seperjuangan di organisasi FS NURI, KAMMI Komisariat UIN SUSKA, FKII Asy Syam, Kader-kader ROHIS Seantero UIN SUSKA RIAU, HMJ Pendidikan KIMIA, tempatku menempa diri ” Ibadah Taat, Organisasi Hebat, Prestasi Meningkat”.
11. Buat sahabat-sahabat tercinta (Giza Albana, Deysi, Syarifah Wulandari, Zee Al-Fath, Zan dan Eda). Adik-adik di rumah peradaban Salsabila (Isna, Hepta & Uli) yang telah menemani melalui masa-masa sulit. Akan

kukenang selalu dalam do'a, semoga jarak dan waktu tidak memisahkan ukhuwah kita.

12. Buat Kak Leni, mbak Vika, Lia, Richa, Suci, Suryati (Teman-teman berbagi ilmu dalam mengotak-ngatik rumus kimia dari lesehan satu ke lesehan lain, yang ikhlas dahi berkerut dan wajah semakin keriput, tapi semangat tak pernah surut).
13. Terakhir buat kakak kimia 06, serta rekan-rekan kimia angkatan 2007 tanpa terkecuali (Keindahan kebersamaan menuntut ilmu akan selalu kurindu).

Pekanbaru, 30 Juni 2010

Sri Rahmadani
Nim 10717000809

ABSTRAK

Sri Rahmadani (2011): Penentuan Kadar Kalsium Dengan Metode Permanganometri Terhadap Tempe Yang Dibungkus Plastik Dan Daun Di Pasar Arengka Pekanbaru

Kalsium memiliki peranan yang sangat penting dalam tubuh. Untuk memenuhi kebutuhan kalsium pada tubuh setiap hari, maka harus mengkonsumsi bahan makanan yang mengandung kalsium seperti tempe. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar kalsium pada tempe yang dibungkus plastik dan daun dengan metode Permanganometri, serta mengetahui ada atau tidak pengaruh bungkus plastik dan daun terhadap kadar kalsium pada tempe di Pasar Arengka Pekanbaru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar kalsium pada 6 sampel tempe yaitu pada tempe 1p= 0,569 %, tempe 2p= 0,651 %, tempe 3p=0,489 %, tempe 1d= 0,931 %, tempe 2d= 0,773% dan 3d = 0,816 %. Dari analisis Tes “t” menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan, berarti tidak ada pengaruh bungkus plastik dan daun terhadap kadar kalsium pada tempe di pasar Arengka Pekanbaru.

Kata Kunci : Tempe, Kalsium, Permanganometri

ABSTRACT

Sri Rahmadani (2011): Determination of Levels of Calcium With Permanganometri Methods Against Tempe Which Is Packed By Using Plastic And Leaf In The Market Arengka Pekanbaru

Calcium has a very important role in the body. To meet the needs of the calcium in your body every day, that it must consume foods contain calcium such as tempe. This study aims to determine the levels of calcium in Tempe which is packed by using plastic and leaves with permanganometri methods, as well as determining the presence or influence of plastic wrap and leaves of calcium levels tempe in market Arengka Pekanbaru. The results show that calcium levels in six samples of tempe in Tempe 1p = 0.569 %, Tempe 2p = 0.651 %, Tempe 3p = 0.489 %, Tempe 1d = 0.931 %, Tempe 2d = 0.773 % and Tempe 3d = 0.816 %. From the analysis of test "t" That indicates no significant difference, meaning there is no influence of plastic wrap and leaves of calcium levels tempe in the market Arengka Pekanbaru.

Keywords : Tempe, Calcium, Permanganometri

الملخص

سري رحمداني (2011) تحديد مستويات الكالسيوم مع أساليب فرمغانومتري ضد مغلفة بالبلاستيك وتيمي السوق ليف أرينجكا بيكانبارو

الكالسيوم دورا هاما جدا في الجسم .لتلبية الاحتياجات من الكالسيوم في الجسم كل يوم ، ويجب أن تستهلك الأطعمة التي تحتوي على الكالسيوم مثل البنغريق .هذه الدراسة تهدف إلى تحديد مستويات الكالسيوم في تيمي الذي حزمة بالبلاستيك ويترك لأساليب فرمغانومتري، لمعرفة فضلا عن تحديد وجود أو تأثير التفاف البلاستيك ويترك لمستويات الكالسيوم في تيمي أرينجكا بيكانبارو السوق . نتائج عرض أن مستويات الكالسيوم في ست عينات من تيمي في تيمي $p_1 = 0.569\%$ ، تيمي $p_2 = 0.651\%$ ، تيمي $p_3 = 0.489\%$. $d_1 = 0.931\%$ ، $d_2 = 0.0773\%$ ، و $d_3 = 0.816\%$. من تحليل اختبار "t" يشير إلى أن هناك فرق كبير، وهذا يعني عدم وجود تأثير التفاف البلاستيك ويترك لمستويات الكالسيوم في السوق أرينجكا بالبنغريق في بيكانبارو.

تيمي ، كالسيوم ، فرمغانومتري .

الكلمات الرئيسية : تيمي، الكالسيوم، فرمغانومتري

DAFTAR ISI

	Halaman
PERSETUJUAN.....	i
PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GRAFIK	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Penegasan Istilah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan dan Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Bahan Makanan.....	7
B. Tempe.....	8
C. Mineral	18
D. Kalsium	20
E. Permanganometri	32
BAB III METODE PENELITIAN	37
A. Waktu dan Tempat Penelitian	37
B. Alat dan Bahan	37
C. Cara Kerja	38
D. Teknik Analisis Data.....	42
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	43
A. Pengabuan Basah (Dekstruksi).....	44
B. Penentuan Kadar Kalsium Dengan Metode Permanganometri	45
BAB V PENUTUP	52
A. Kesimpulan	52
B. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GRAFIK

Halaman

Grafik .1. Perbandingan Kadar Kalsium Pada Tempe Plastik Dan Daun ...	48
---	----

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Kimia Tempe Dalam 100 gram Bahan	10
Tabel 2. Unsur-unsur Mineral Dalam Tubuh Orang Dewasa	19
Tabel 3. Sifat Fisika Kalsium.....	21
Tabel 4. Berat Sampel.....	47
Tabel 5. Volume KMnO_4 Pada Titrisasi Standarisasi.....	47
Tabel 6. Volume KMnO_4 Pada Titrisasi Penentuan Kadar Kalsium.....	47
Tabel 7. Analisis Tes “t”.....	48
Tabel 8. Hasil Penentuan Kadar Kalsium Pada Sampel Tempe.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian	1
Lampiran 2. Perhitungan	4
Lampiran 3. Skema Kerja	10

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pangan merupakan kebutuhan yang paling esensial bagi manusia untuk mempertahankan hidup dan kehidupannya. Pangan sebagai sumber zat gizi (karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral dan air) menjadi landasan utama manusia untuk mencapai kesehatan dan kesejahteraan sepanjang siklus kehidupan. Melalui penganekaragaman pangan, dapat dipenuhi kebutuhan zat gizi yang dibutuhkan oleh manusia.

Tubuh kita mengandung lebih banyak kalsium daripada mineral lain, diperkirakan 2% berat badan orang dewasa atau sekitar 1,0 – 1,4 kg terdiri dari kalsium, meskipun pada bayi kalsium sedikit (25–30 g)¹. Sebagian besar kalsium terkonsentrasi dalam tulang rawan dan gigi, sisanya terdapat dalam cairan tubuh dan jaringan lunak.

Peranan dalam tubuh pada umumnya dapat dibagi 2, yaitu membantu membentuk tulang dan gigi dan mengukur proses biologis dalam tubuh. Selain itu kalsium juga memegang peranan penting pada berbagai proses fisiologik dan biokhemik dalam tubuh, seperti pada pembekuan darah, eksitabilitas syaraf otot, kerekatan seluler, transmisi impuls syaraf, memelihara dan meningkatkan fungsi membran sel, mengaktifkan reaksi enzim dan sekresi hormon.²

¹ Winarno. *Kimia Pangan Dan Gizi* (Jakarta, Gramedia Pustaka Utama), 2004, hal 154.

² Suhardjo Clara, Kusharto, *Prinsip-prinsip Ilmu Gizi* (Yogyakarta, Kanisius), 2003, hal 73.

Keperluan kalsium dalam tubuh biasanya dihitung dengan keseimbangan nitrogen. Orang dewasa memerlukan 700 mg (0,7 g) kalsium/hari. Konsumsi yang dianjurkan untuk anak dibawah 10 tahun sebanyak 0,5 g per orang/hari dan dewasa 0,5 - 0,7 g per orang/hari.³

Untuk memenuhi kalsium pada tubuh setiap hari, tubuh harus mengkonsumsi bahan makanan yang mengandung kalsium seperti susu, sereal, keju dan lauk seperti tahu dan tempe. Kadar kalsium yang alami terkandung pada bahan pangan. Dengan mengkonsumsi bahan pangan bisa juga menghindari resiko negatif akibat kelebihan konsumsi kalsium. Maka konsumsi kalsium harus dalam jumlah yang wajar dan dari sumber yang alami.

Tempe merupakan bahan pangan yang terbuat dari kedelai dan mengandung mineral kalsium. Tempe mempunyai nilai gizi yang tinggi. Tempe dapat diperhitungkan sebagai sumber makanan yang baik gizinya, karena memiliki kandungan protein, karbohidrat, asam lemak esensial, vitamin, dan mineral. Selain produksinya yang mudah dan juga merupakan makanan yang khas di Indonesia, bahan makanan ini cukup memenuhi kebutuhan tubuh. Namun masyarakat masih banyak yang belum mengetahui kadar kalsium yang terkandung dalam tempe yang mereka konsumsi, yang sebenarnya manfaatnya lebih banyak untuk tubuh.

Pada proses pengemasan tempe, jenis kemasan memegang peranan penting dalam pengawetan tempe, yaitu dapat mencegah kerusakan baik fisik maupun kimia. Pada umumnya pengemasan tempe dilakukan dengan

³ Winarno. *Op Cit.* hal 155.

menggunakan plastik dan daun pisang. Penggunaan plastik dilakukan karena sifatnya yang menguntungkan, yaitu mudah dibentuk, tidak korosif dan praktis, permeabilitas terhadap O_2 rendah dan tahan terhadap bahan yang dikemas. Sedangkan sifat daun pisang sebagai kemasan, antara lain harum khas daun, berpori dan bersifat alami (tidak mengandung bahan berbahaya).⁴

Berdasarkan uraian di atas penulis tertarik melakukan penelitian tentang tempe dengan judul **“Penentuan Kadar Kalsium Dengan Metode Permanganometri Terhadap Tempe Yang Dibungkus Plastik Dan Daun Di Pasar Arengka Pekanbaru”**.

B. Penegasan Istilah

Untuk memudahkan pemahaman dalam penelitian ini, maka peneliti memberikan batasan-batasan pada masing-masing istilah yang berkaitan dengan judul skripsi ini. Adapun penegasan istilah tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Kadar

Kadar adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan sesuatu atau norma.⁵

2. Kalsium

Kalsium merupakan unsur Golongan II A yang juga disebut alkali tanah (Ar : 40,08).⁶

⁴ L.Djanis, Ratnawati dan Hanafi. “*Analisis Mutu Gizi Tempe Selama Penyimpanan Dingin* “. Warta Akab, Bogor, No 19, Juli 2008, hal 34.

⁵ Mulyono HAM, *Kamus Kimia Untuk Siswa dan Mahasiswa Sains dan Teknologi* (Bandung, Genesindo), 1996, hal 160.

3. Kalium Permanganat

Kalium Permanganat merupakan oksidator kuat yang dapat bereaksi dengan cara yang berbeda-beda, tergantung dari pH larutannya.⁷

4. Permanganometri

Permanganometri adalah salah satu metode analisis volumetri untuk menentukan kadar suatu reduktor yang berdasarkan reaksi redoks. Sebagai oksidator, sekaligus sebagai zat standar digunakan larutan kalium permanganat (larutan standar) yang berwarna ungu.⁸

5. Reduktor

Reduktor adalah suatu zat (ion atau molekul) yang mudah mengikat oksigen atau gampang melepas elektron. Atau dengan kata lain, yang dapat mereduksi zat lain.⁹

6. Oksidator

Oksidator adalah suatu zat (molekul atau ion) yang mudah mengikat electron.¹⁰

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas agar penelitian berjalan dengan sistematis, maka perlu adanya batasan-batasan masalah yaitu: sampel yang digunakan adalah tempe yang dijual di Pasar Arengka Pekanbaru yang dibedakan

⁶ Vogel, Terjemahan Oleh L. Setiono, A Hadyana Pudjaatmaka, *Analisis Anorganik Kualitatif Makro Dan Semimikro* (Jakarta, PT Kalman Media Pustaka), 1990, hal 300.

⁷ W. Harjadi, *Ilmu Kimia Analitik Dasar* (Jakarta, Gramedia), 1990, hal 219.

⁸ M. Natsir Arsyad, *Kamus Kimia* (Jakarta, Gramedia), 2001, hal 252.

⁹ *Ibid.* hal 285.

¹⁰ *Ibid.* hal 235

yaitu tempe yang dibungkus plastik dan daun. Yang terdiri dari 3 sampel tempe plastik dan 3 sampel tempe daun.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang menjadi permasalahannya yaitu:

1. Berapakah kadar kalsium pada tempe yang dibungkus plastik dan daun di Pasar Arengka Pekanbaru?
2. Adakah pengaruh bungkus plastik dan daun terhadap kadar kalsium pada tempe yang di Pasar Arengka Pekanbaru?

E. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui kadar kalsium dengan metode permanganometri terhadap tempe yang dibungkus plastik dan daun di pasar Arengka Pekanbaru.
- b. Untuk mengetahui pengaruh bungkus plastik dan daun terhadap kadar kalsium pada tempe di Pasar Arengka Pekanbaru.

2. Manfaat Penelitian

- a. Sebagai informasi yang lebih lengkap bagi pihak yang memerlukan tempe untuk dikonsumsi.
- b. Sebagai sumbangan pemikiran dan masukan bagi pembaca yang memberikan perhatian terhadap kandungan kalsium dalam tempe.

- c. Mengetahui gambaran kesehatan yang berkaitan dengan kalsium dalam tempe.
- d. Sebagai pengetahuan dan sarana pengembangan ilmu pengetahuan yang secara teori telah diterima selama dibangku kuliah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Bahan Makanan

Pengelompokan zat gizi meliputi karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral dan air. Agar tubuh dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya, tubuh melakukan pemeliharaan dengan mengganti jaringan yang rusak, melalui kegiatan dan pertumbuhan sampai mencapai usia dewasa. Untuk menjalankan ketiga fungsi tersebut, tubuh memerlukan sejumlah zat gizi setiap hari melalui makanan. Bila jumlah zat gizi tersebut tidak terpenuhi atau kelebihan maka kesehatan yang optimal tidak akan tercapai.¹¹

Bahan makanan juga sering dikenal sebagai bahan pangan atau dalam perdagangan disebut komoditas. Dalam susunan hidangan indonesia berbagai bahan makanan dapat dikelompokkan menjadi:

1. Bahan makanan pokok
2. Bahan makanan lauk pauk
3. Bahan makanan sayur
4. Bahan makanan buah

Makanan setelah dikonsumsi mengalami proses pencernaan di dalam alat pencernaan. Bahan makanan diuraikan menjadi zat gizi atau nutrien. Zat tersebut

¹¹ Trini Sudiarti dan Yvone M. Indrawani. *Gizi dan Kesehatan Masyarakat* (Jakarta, PT Raja Grafindo Persada), 2005, hal 4.

selanjutnya diserap melalui dinding usus dan masuk kedalam cairan tubuh. Fungsi umum zat gizi adalah:¹²

1. Sebagai sumber energi atau tenaga.
2. Menyumbangkan pertumbuhan badan.
3. Memelihara jaringan tubuh, mengganti sel yang rusak.
4. Mengatur metabolisme dan mengatur keseimbangan air, mineral, asam dan basa didalam cairan tubuh.
5. Berperan dalam mekanisme tubuh terhadap penyakit sebagai antibodi dan antioksidan.

Penggolongan lain makanan berdasarkan fungsi zat gizi adalah:

1. Zat gizi penghasil energi
2. Zat gizi pembangun sel
3. Zat pengatur, termasuk didalamnya vitamin dan mineral

B. Tempe

Tempe adalah makanan tradisional Indonesia yang merupakan hasil fermentasi kedelai. Fermentasi tempe terjadi karena aktivitas kapang *Rhizopus sp* pada kedelai sehingga membentuk massa yang padat dan kompak. Diperkirakan tempe telah populer sejak berkembangnya kerajaan Hindu dan Budha, khususnya di daerah Jawa Tengah, Yogyakarta dan Jawa Timur.¹³

Tempe yang ditemukan lebih dari 2000 tahun lalu adalah makanan khas bangsa Indonesia. Tidak berbeda dengan produk lainnya yang sudah berumur

¹² *Ibid.* hal 17

¹³ Sutrisno Roswara, *Teknologi Pengolahan Kedelai* (Bogor, PT Penebar Swadaya), 1995, hal 97.

lama tempe juga menghasilkan jamur. Tempe segar warna flek putih sedangkan tempe busuk dengan ciri flek hitam. Tempe kaya akan protein, serat, vitamin, mineral, dan isoflavon. Tempe juga menjadi sumber vitamin B 12 sebagai produk sampingan proses fermentasi.¹⁴

Selama proses fermentasi banyak bahan dalam kedelai menjadi bersifat lebih larut dalam air dan lebih mudah dicerna. Lemak yang terkandung dalam tempe tidak mengandung kolesterol sehingga tempe menguntungkan bagi mereka yang melakukan program diet. Disamping itu lemak dalam tempe tahan terhadap proses ketengikan yang disebabkan oleh produksi antioksidan alami oleh kapang tempe.¹⁵

Jenis kapang yang terlibat dalam fermentasi tempe tidak memproduksi toksin (racun), bahkan sebaliknya dapat melindungi tempe terhadap aflatoksin (segolongan senyawa toksin) dan kapang yang memproduksinya. Kapang yang tumbuh pada kedelai menghidrolisis senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang mudah dicerna oleh manusia. Tempe kaya akan serat pangan, kalsium, vitamin B dan zat besi. Berbagai macam kandungan dalam tempe mempunyai nilai obat, seperti antibiotika untuk menyembuhkan infeksi dan antioksidan pencegah penyakit degeneratif. Penyakit degeneratif merupakan penyakit yang mengiringi proses penuaan, contohnya adalah penyakit jantung, stroke, kanker, osteoporosis.

¹⁴ John Heinerman, *Khasiat Kedelai* (Jakarta, Prestasi Pustaka Karya), 2003, hal 19.

¹⁵ Sutrisno Roswara, *Op Cit*, hal 97.

1. Komposisi Tempe

Tabel 1. Komposisi kimia tempe dalam 100 g bahan.¹⁶

Komponen	Tempe
Air (g)	64
Kalori (Kkal)	149
Protein (g)	18,3
Lemak (g)	4,0
Karbohidrat (g)	12,7
Kalsium (mg)	129
Posfor (mg)	154
Zat besi (mg)	10
Vitamin A (IU)	50
Vitamin B1 (mg)	0,17

Sumber : Soedartamo dan Soeditama (1985)

2. Inokulasi

Dalam pembuatan tempe dikenal beberapa macam inokulum yang dapat digunakan. Penggunaan inokulum yang baik sangat penting untuk menghasilkan tempe dengan kualitas yang baik. Secara tradisional masyarakat Indonesia membuat inokulum dengan menggunakan tempe yang sudah jadi. Tempe tersebut diiris tipis, dikeringkan dengan oven pada suhu 40-45 °C atau dijemur sampai kering, kemudian digiling menjadi bubuk halus dan hasilnya digunakan sebagai inokulum bubuk. Disamping itu, di beberapa daerah digunakan miselium kapang yang tumbuh dipermukaan tempe. Caranya, miselium yang tumbuh dipermukaan tempe di ambil dengan cara mengiris permukaan tempe tersebut, kemudian irisan permukaan yang diperoleh dijemur, digiling dan digunakan sebagai inokulum bubuk.¹⁷

¹⁶ *Ibid.* hal 98

¹⁷ *Ibid.* hal 99

Inokulasi pada pembuatan tempe dapat dilakukan dengan mempergunakan beberapa bentuk inokulan yaitu:¹⁸

- a. Usar, dibuat dari daun waru (*Hibiscus tiliaceus*) atau jati (*Tectona grandis*) merupakan media pembawa spora jamur. Usar ini banyak dipergunakan di Jawa Tengah dan Jawa Timur.
- b. Tempe yang telah dikeringkan secara penyinaran matahari atau kering beku.
- c. Sisa spora dan miselia dari wadah atau kemasan tempe.
- d. Ragi tempe yang dibuat dari tepung beras yang dibuat bulat seperti ragi roti.
- e. Spora *Rhizopus oligosporus* yang dicampurkan dengan air.
- f. Isolat *Rhizopus oligosporus* dari agar miring untuk pembuatan tempe skala laboratorium.
- g. Ragi tempe yang dibuat dari tepung beras yang dicampurkan dengan jamur tempe yang ditumbuhkan pada medium dan dikeringkan.

3. Pembuatan Tempe

Terdapat berbagai metode pembuatan tempe. Namun, teknik pembuatan tempe di Indonesia secara umum terdiri dari tahapan perebusan, pengupasan, perendaman dan pengasaman, pencucian, inokulasi dengan ragi, pembungkusan, dan fermentasi. Contoh :

a. Cara 1

Kedelai disortir, dilakukan pencucian, direbus dan dilakukan perendaman. Kemudian kedelai dikupas kulitnya, dicuci dan direbus

¹⁸ Nurhidayat. *Tahapan Proses Pembuatan Tempe*. 2009. [online] Available: <http://nurhidayat.lecture.ub.ac.id>. [21 Februari 2011]

kembali. Setelah itu ditiriskan dan didinginkan, diberi ragi, dibungkus dan dilakukan perendaman.¹⁹

b. Cara 2

Kedelai yang sudah bersih direbus selama 30 menit, lalu dihilangkan kulitnya dan dilakukan perendaman selama semalam. Kemudian direbus kembali selama 60 menit dengan air perendaman dan dicuci serta ditiriskan lalu diinokulasi dengan laru. Setelah itu dibungkus dengan plastik berlubang dan daun pisang. Terakhir tempe diinkubasi 40-48 jam pada suhu kamar.

Pada tahap awal pembuatan tempe, biji kedelai direbus. Biji kedelai harus bersih, bebas dari campuran batu kerikil, atau bijian lain, tidak rusak dan bentuknya seragam. Kulit biji kedelai harus dihilangkan untuk memudahkan pertumbuhan jamur. Penghilangan kulit biji dapat dilakukan secara kering atau basah. Cara kering lebih efisien, yaitu dikeringkan terlebih dahulu pada suhu 104° C selama 10 menit atau dengan pengeringan sinar matahari selama 1-2 jam. Selanjutnya penghilangan kulit dilakukan dengan alat “Burr Mill”. Biji kedelai tanpa kulit dalam keadaan kering dapat disimpan lama.

Penghilangan biji secara basah dapat dilakukan setelah biji mengalami hidrasi yaitu setelah perebusan atau perendaman. Tahap perebusan ini berfungsi sebagai proses hidrasi, yaitu agar biji kedelai menyerap air sebanyak mungkin. Perebusan juga dimaksudkan untuk

¹⁹Hieronymus Budi Santoso, *Pembuatan Tempe dan Tahu Kedelai* (Yogyakarta, Kanisius), 1993, hal 30.

melunakkan biji kedelai supaya nantinya dapat menyerap asam pada tahap perendaman. Proses hidrasi terjadi selama perendaman dan perebusan biji. Makin tinggi suhu yang dipergunakan makin cepat proses hidrasinya, tetapi bila perendaman dilakukan pada suhu tinggi menyebabkan penghambatan pertumbuhan bakteri sehingga tidak terbentuk asam. Biji yang telah mengalami hidrasi lebih mudah dipisahkan dari bagian kulitnya, tetapi dengan cara basah tidak dapat disimpan lama.

Kulit biji kedelai dikupas pada tahap pengupasan agar miselium fungi dapat menembus biji kedelai selama proses fermentasi. Pengupasan dapat dilakukan dengan tangan, diinjak-injak dengan kaki, atau dengan alat pengupas kulit biji. Setelah dikupas, biji kedelai direndam. Selama proses perendaman, biji mengalami proses hidrasi, sehingga kadar air biji naik sebesar kira-kira dua kali kadar air semula, yaitu mencapai 62-65 %. Proses perendaman memberi kesempatan pertumbuhan bakteri-bakteri asam laktat sehingga terjadi penurunan pH dalam biji menjadi sekitar 4,5–5,3. Penurunan pH biji kedelai tidak menghambat pertumbuhan jamur tempe, tetapi dapat menghambat pertumbuhan bakteri-bakteri kontaminan yang bersifat pembusuk.

Proses fermentasi selama perendaman yang dilakukan bakteri mempunyai arti penting ditinjau dari aspek gizi, apabila asam yang dibentuk dari gula stakiosa dan rafinosa. Keuntungan lain dari kondisi asam dalam biji adalah menghambat kenaikan pH sampai diatas 7

karena adanya aktivitas proteolitik jamur dapat membebaskan amonia sehingga dapat meningkatkan pH dalam biji. Pada pH diatas 7 dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan atau kematian jamur tempe.

Dalam biji kedelai terdapat komponen yang stabil terhadap pemanasan dan larut dalam air bersifat menghambat pertumbuhan *Rhizopus oligosporus*, dan juga dapat menghambat aktivitas enzim proteolitik dari jamur tersebut. Penemuan ini menunjukkan bahwa perendaman dan pencucian sangat penting untuk menghilangkan komponen tersebut.²⁰

Proses pemanasan atau perebusan biji setelah perendaman bertujuan untuk membunuh bakteri-bakteri kontaminan, mengaktifkan senyawa tripsin inhibitor, membantu membebaskan senyawa-senyawa dalam biji yang diperlukan untuk pertumbuhan jamur.

Penirisan bertujuan untuk mengurangi kandungan air dalam biji, mengeringkan permukaan biji dan menurunkan suhu biji sampai sesuai dengan kondisi pertumbuhan jamur. Air yang berlebihan dalam biji dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan jamur dan menstimulasi pertumbuhan bakteri-bakteri kontaminan, sehingga menyebabkan pembusukan.

Kemasan yang dipergunakan untuk fermentasi tempe secara tradisional yaitu daun pisang, jati, waru atau bambu. Selanjutnya dikembangkan penggunaan kemasan plastik yang diberi lubang. Secara

²⁰ Nurhidayat. *Op Cit.* hal 1.

laboratorium kemasan yang dipergunakan adalah nampan stainless stell dengan berbagai ukuran yang dilengkapi dengan lubang-lubang kecil.

Inkubasi dilakukan pada suhu 25°-37° C selama 36-48 jam. Selama inkubasi terjadi proses fermentasi yang menyebabkan perubahan komponen-komponen dalam biji kedelai. Persyaratan tempat yang dipergunakan untuk inkubasi kedelai adalah kelembaban, kebutuhan oksigen dan suhu yang sesuai dengan pertumbuhan jamur.²¹

Proses fermentasi tempe dapat dibedakan atas tiga fase yaitu :

- a. Fase pertumbuhan cepat (0-30 jam fermentasi) terjadi kenaikan jumlah asam lemak bebas, kenaikan suhu, pertumbuhan jamur cepat, terlihat dengan terbentuknya miselia pada permukaan biji makin lama makin lebat, sehingga menunjukkan masa yang lebih kompak.
- b. Fase transisi (30-50 jam fermentasi) merupakan fase optimal fermentasi tempe dan siap untuk dipasarkan. Pada fase ini terjadi penurunan suhu, jumlah asam lemak yang dibebaskan dan pertumbuhan jamur hampir tetap atau bertambah sedikit, flavor spesifik tempe optimal, dan tekstur lebih kompak.
- c. Fase pembusukan atau fermentasi lanjut (50-90 jam fermentasi) terjadi kenaikan jumlah bakteri dan jumlah asam lemak bebas, pertumbuhan jamur menurun dan pada kadar air tertentu pertumbuhan jamur

²¹ *Ibid*, hal 2.

terhenti, terjadi perubahan flavor karena degradasi protein lanjut sehingga terbentuk amonia.

4. Manfaat Tempe

Khasiat dan Manfaat Tempe:

- a. Protein yang terdapat dalam tempe sangat tinggi, mudah dicerna sehingga baik untuk mengatasi diare.
- b. Mengandung superoksida *desmutase* yang dapat mengendalikan radikal bebas, baik bagi penderita jantung.
- c. Penanggulangan anemia. Anemia ditandai dengan rendahnya kadar hemoglobin karena kurang tersedianya zat besi (Fe), tembaga (Cu), Seng (Zn), protein, asam folat dan vitamin B12, di mana unsur-unsur tersebut terkandung dalam tempe. Vitamin tersebut umumnya terdapat dalam produk hewani tapi tidak dijumpai pada makanan nabati, seperti sayuran, buah-buahan, dan biji-bijian.
- d. Anti infeksi. Hasil survei menunjukkan bahwa tempe mengandung senyawa anti bakteri yang diproduksi oleh kapang tempe (*Rhizopus Oligosporus*) merupakan antibiotika yang bermanfaat meminimalkan kejadian infeksi.
- e. Daya hipokolesterol. Kandungan asam lemak jenuh ganda pada tempe bersifat dapat menurunkan kadar kolesterol. Tempe mengandung saponin yaitu sterol tumbuhan yang terbukti memiliki efek menurunkan kadar kolestrol sehingga dapat menurunkan kadar Kol-

LDL (*Kolesterol Low Density Lipoprotein*) dan kolestrol total sehingga meningkatkan kadar Kol-HDL (*Kolesterol High Density Lipoprotein*)

- f. Tempe juga berkhasiat antihemolitik yaitu mengurangi kecenderungan mudah pecahnya sel darah merah dan meningkatkan fungsi kekebalan tubuh dalam melawan infeksi.²²
- g. Sumber antioksidan yang mengandung isoflavon aglikon sebagai pencegah kanker.
- h. Mencegah masalah gizi ganda (akibat kekurangan dan kelebihan gizi) beserta berbagai penyakit yang menyertainya, baik infeksi maupun degeneratif.
- i. Mencegah timbulnya hipertensi.
- j. Kandungan kalsiumnya yang tinggi, tempe dapat mencegah osteoporosis.
- k. Hipokolesterolemik, menurunkan lipid atau lemak dalam darah.
- l. Sumber vitamin B.
- m. Mengandung delapan macam asam amino esensial dan asam lemak tidak jenuh.
- n. Mengandung serat tinggi.
- o. Mudah dicerna oleh semua kelompok umur, dari bayi sampai usia lanjut.
- p. Pengolahan kedelai menjadi tempe menurunkan kadar raffinosa dan stakiosa, yang memicu timbulnya gejala flatulensi.

²² Setyawan Dalimartha, *36 Resep Tumbuhan Obat Untuk Menurunkan Kolesterol*, (Jakarta, Penebar Swadaya), 2007, hal 33.

C. Mineral

Sebagian besar bahan makanan yaitu, sekitar 96 % terdiri dari bahan organik dan air. Sisanya terdiri dari unsur mineral. Unsur mineral juga dikenal sebagai zat anorganik atau kadar abu. Dalam proses pembakaran, bahan-bahan organik terbakar tetapi zat anorganiknya tidak, karena itu disebut abu.²³

Mineral yang terdapat dalam tubuh dan makanan terutama terdapat dalam bentuk ion-ion. Yang terdapat sebagai ion positif adalah terutama Na^+ , K^+ , Ca^{++} dan terdapat sebagai ion negatif adalah Cl^- , sulfat, fosfat. Ion-ion ini terdapat dalam cairan tubuh. Pada tulang dan gigi mineral berada dalam bentuk garam, terutama sebagai garam kalsium dan fosfat. Mineral juga terdapat sebagai senyawa organik, misalnya dalam fosfoprotein, fosfolipid, hemoglobin, hormon tiroksin (asam amino yang mengandung empat atom iodium).²⁴

Mineral yang esensial sebagai zat gizi dibagi dalam dua kategori, yaitu unsur-unsur makronutrien ($>0,005$ persen berat badan) dan unsur mikronutrien ($<0,005$ persen berat badan).

Tabel 2. Unsur-unsur mineral dalam tubuh orang dewasa.²⁵

Golongan	Unsur	% Berat Badan
Esensial sebagai zat gizi		
1. Makronutrien	Kalsium	1,5-2,2
	Fosfor	0,8-1,2
	Kalium	0,35
	Sulfur	0,25
	Natrium	0,15
	Klor	0,15
	Magnesium	0,05

²³ Winarno. *Op Cit.* hal 150

²⁴ Anna Poedjiadi, *Dasar-Dasar Biokomia*, (Jakarta, UI Pres), 1994, hal 415.

²⁵ *Ibid*, hal 114.

Fungsi umum mineral dalam tubuh :

1. Sebagai bahan pembentuk bermacam jaringan tubuh seperti tulang dan gigi (Ca dan P), rambut, kuku, dan kulit (S) serta sel darah merah (Fe). Kalsium dan fosfor merupakan mineral yang terbanyak dalam tubuh.
2. Memelihara keseimbangan asam dan basa di dalam tubuh melalui penggunaan Cl, P, S sebagai pembentuk asam dan Ca, Fe, Mg, K, serta Na sebagai pembentuk Basa.
3. Membantu dalam pengiriman isyarat syaraf keseluruh tubuh (Ca, K, Na).
4. Merupakan bagian dari cairan usus (Ca, Mg, K, dan Na).
5. Mengatur kepekaan syaraf dan konsentrasi otot (Ca, K dan Na).
6. Membantu proses pembekuan darah (Ca).²⁷

D. Kalsium

Dalam sistem periodik Kalsium merupakan unsur Golongan II A yang juga disebut alkali tanah (Ar : 40,08)

- Sifat :
1. Logam Putih Perak yang agak lunak
 2. Melebur pada suhu 845 °C
 3. Terserang oleh oksigen atmosfer dan udara lembab
(Pada reaksi ini terbentuk kalsium oksida atau kalsium hidroksida)
 4. Kalsium menguraikan air dengan membentuk kalsium hidroksida dan hidrogen
 5. Membentuk kation kalsium (II), Ca^{2+} dalam larutan air

²⁷ Trini Sudiarti dan Yvone M. Indrawati. *Op Cit.* hal 109-110

6. Garam-garamnya biasanya berupa bubuk putih dan membentuk larutan yang tidak berwarna, kecuali bila anionnya berwarna.
7. Kalsium klorida padat bersifat higroskopis dan sering digunakan sebagai zat pengering.²⁸

Tabel 2. Sifat fisika Kalsium²⁹.

Sifat fisika	Kalsium
Titik leleh, C	850
Titik didih, C	1,487
Rapatan, g/cm ³	1,55
Distribusi elektron	2,8,8,2
Energi pengionan, eV	6,1
Jari-jari atom, Å	1,74
Jari-jari ion, Å	1,13
Keelektronegatifan	1,0
Struktur kristal	fcc

Kalsium merupakan unsur terbanyak kelima dan kation terbanyak dalam tubuh manusia, terdapat dalam jumlah 1,5-2 % dari keseluruhan berat tubuh. Lebih dari 99 % kalsium terdapat dalam tulang. Dalam tulang ini perbandingan antara kalsium dan fosfor hampir selalu tetap dan sedikit lebih besar daripada 2:1³⁰. Hasil penelitian para pakar menunjukkan bahwa tubuh manusia mengandung sekitar 22 gr kalsium/kg berat badannya tanpa lemak. Dari jumlah itu sekitar 99 % Ca terdapat dalam tulang dan gigi.³¹

²⁸ Vogel Terjemahan Oleh L. Setiono, A Hadyana Pudjaatmaka, *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Mikro*, (Jakarta, PT Kalman Media), 1990, hal 300-301

²⁹ Charles W. Keenan, Donald C. Kleinfelter, et al, *Kimia Untuk Universitas Jilid 2*, (Jakarta, Erlangga), 1984, hal 152.

³⁰ Andi Hakim Nasution dan Darwin Karyadi, *Pengetahuan Gizi Mutakhir Mineral*, (Jakarta, PT Gramedia), 1988, hal 1.

³¹ G. Kartasapoetra, H. Masyio, et al, *Ilmu Gizi*, (Jakarta, Rineke Cipta), 2002, hal 90.

Tulang tidak saja berfungsi sebagai komponen struktur ataupun komponen penunjang tubuh tetapi juga merupakan jaringan fisiologis yang utama bagi pengadaan kalsium untuk *control haemostatic* (menghentikan pendarahan). Selama hidup, tulang mengalami perubahan-perubahan melalui proses resorpsi dan pembentukan yang berlangsung terus menerus.

Tersedianya Ca dalam tubuh berasal dari beberapa bahan makanan sebagai sumbernya seperti susu, kuning telur, keju, mentega, udang, sayuran, kacang-kacangan, buah-buahan. Selanjutnya unsur disimpan dalam jaringan spons tulang. Dalam penggunaannya diatur oleh kalenjer anak gondok/ *parathermon*.

Tubuh memerlukan kalsium selama hidup, terutama pada masa kanak-kanak, masa mengandung dan laktasi. Unsur ini sering kali terdapat dalam kadar yang kurang memadai dalam diri seorang. Kadar kalsium mencapai jumlah 39 % dari seluruh mineral yang ada dalam tubuh dan 99 % kalsium tersebut berada dalam jaringan keras, tulang dan gigi. Yang 1 % berada dalam darah, cairan diluar sel dan dalam sel jaringan lunak dimana kalsium mengatur berbagai fungsi metabolik yang penting. Pada anak-anak sintesis tulang lebih besar daripada destruksi tulang, sedangkan pada orang dewasa normal terdapat keseimbangan dinamik mineral kalsium antara tulang dan cairan tubuh³².

Didalam tubuh orang dewasa terdapat sekitar 1.200 gr kalsium, yang hampir semuanya (99 %) terdapat dalam skeleton. Skeleton ini terdiri dari 2 bentuk yaitu trabekular dan kortikal. Proses puncak pembentukan masa tulang

³² Anna Poedjiadi. *Op Cit.* hal 416

terjadi hingga usia 35-40 tahun dan *turn over* Ca tulang terjadi sepanjang hidup, yang meliputi proses formasi dan resorpsi.

Sisa 1 % Ca dalam tubuh terdapat pada cairan ekstraseluler, struktur intraseluler dan membran sel. Meski dalam jumlah sedikit tapi Ca diluar tulang berperan cukup penting yaitu untuk sistem syaraf, kontraksi otot, pembekuan darah dan permeabilitas membran.³³

1. Peranan dan Fungsi Kalsium

Tersedianya kalsium dalam tubuh sangat penting. Peranan dan fungsi kalsium adalah :

a. Pembentukan tulang

Kalsium dalam tulang mempunyai dua fungsi, yaitu sebagai integral dari struktur tulang dan sebagai tempat menyimpan kalsium. Proses pembentukan tulang dimulai pada awal perkembangan janin, dengan membentuk matriks yang kuat, tetapi masih lunak dan lentur yang merupakan cikal bakal tulang tubuh. Matriks yang merupakan sepertiga bagian dari tulang terdiri atas serabut yang terbuat dari kolagen yang diselubungi oleh bahan gelatin. Setelah lahir matriks mulai menjadi kuat dan mengeras melalui proses klasifikasi, yaitu terbentuknya kristal mineral yang mengandung senyawa kalsium.

Selama pertumbuhan, proses klasifikasi tulang berlangsung terus dengan cepat sehingga pada saat anak siap berjalan, tulang dapat menyangga berat tubuh. Pada ujung tulang panjang terdapat bagian

³³ Trini Sudiarti dan Yvone M. Indrawani. *Op Cit.* hal 138

yang berpori yang disebut trabekula, yang menyediakan kalsium siap pakai untuk mempertahankan konsentrasi kalsium normal dalam darah. Selama kehidupan, tulang selalu mengalami perubahan baik dalam bentuk maupun kepadatan, sesuai dengan usia dan berat badan³⁴.

Kalsium dalam tubuh akan bekerja efektif setelah kulit terkena sengatan singkat radiasi sinar ultra violet-B, karena paparan sinar matahari dapat merangsang produksi vitamin D. Vitamin ini berfungsi sebagai pembuka kalsium masuk kedalam aliran darah sampai akhirnya bersatu dengan tulang. Namun pada umumnya orang menghindari sinar matahari karena takut menjadi hitam. Hal ini diduga menjadi salah satu penyebab tingginya kasus osteoporosis di Indonesia.³⁵

b. Pembentukan gigi

Mineral yang membentuk dentin dan email yang merupakan bagian tengah dan luar gigi adalah mineral yang sama dengan pembentukan tulang, yaitu hidroksiapatit. Namun, kristal dalam gigi lebih padat dan kadar airnya lebih rendah. Protein dalam email gigi adalah keratin, sedangkan dalam dentin adalah kolagen. Pertukaran antara kalsium gigi dengan kalsium tubuh berlangsung dengan lambat dan terbatas pada kalsium yang terdapat dalam lapisan dentin.

³⁴ Sandra Fikawati, Ahmad Syafik, *Konsumsi Kalsium Pada Remaja* (Jakarta, PT Grafindo Persada), 2005, hal 178.

³⁵ *Ibid*, hal 179.

Kekurangan kalsium selama masa pembentukan gigi dapat menyebabkan meningkatnya kerentanan terhadap kerusakan gigi³⁶.

c. Pembekuan darah

Bila terjadi luka, ion kalsium didalam darah merangsang pembebasan fosfolipida tromboplastin dari platelet darah yang terluka. Tromboplastin ini akan mengatalis perubahan protrombin bagian darah normal menjadi trombin kemudian membantu perubahan fibrinogen, bagian lain dari darah menjadi fibrin yang merupakan gumpalan darah.

d. Katalisator reaksi-reaksi Biologik

Kalsium berfungsi sebagai katalisator berbagai reaksi biologi seperti absorpsi vitamin B12, tindakan enzim pemecah lemak, *lipase* pankreas, ekskresi insulin oleh pankreas, pembentukan darah dan pemecahan asetilkolin, yaitu bahan yang diperlukan dalam transmisi suatu rangsangan dari suatu serabut syaraf ke serabut syaraf lain. Kalsium yang diperlukan untuk mengkatalis reaksi-reaksi ini diambil dari persediaan kalsium dalam tubuh.

e. Kontraksi Otot

Dalam proses kontraksi otot, rangsangan yang menghasilkan kontraksi otot merupakan impuls listrik yang diangkut oleh serabut urat syaraf. Keluarnya ion kalsium menstimulasi enzim ATP-ase dalam myosin, yang mengakibatkan pecahnya ATP yang menghasilkan energi dan terbentuknya ikatan silang antara myosin dan

³⁶ *Ibid*, hal 179.

aktin yang disebut aktomiosin dan terjadilah kontraksi. Setelah terjadi pengenduran otot, ion kalsium dipompa kembali ke tempat penyimpanannya dalam sel. Pada waktu otot berkontraksi, kalsium berperan dalam interaksi protein dalam otot, yaitu aktin dan miosin. Bila kalsium dalam darah kurang, otot tidak bisa mengendur sesudah kontraksi. Tubuh akan kaku dan dapat menimbulkan kejang.

- f. Dapat meringankan gejala sindrom pramenstruasi.

2. Angka Kecukupan Gizi Kalsium

- a. Dewasa dan manula

Angka kecukupan gizi Ca terhadap wanita dan laki-laki muda usia lebih dari 19 tahun yaitu 800 mg/hari.

- b. Ibu hamil dan menyusui

Bayi baru lahir mempunyai Ca tubuh sekitar 30 gr yang sebagian besar diperoleh saat trisemester ketiga kehamilan. Jika konsumsi Ca selama kehamilan dan menyusui tidak sesuai dengan kebutuhan, untuk memenuhinya diambil Ca dari tulang ibu. Oleh karena itu selama hamil dan menyusui diperlukan penambahan konsumsi Ca yang cukup banyak. Penambahan konsumsi Ca yang selama hamil dan menyusui yang dianjurkan adalah sebesar 150 mg/hari. Jumlah ini bisa ditingkatkan terutama pada ibu yang sebelum hamil kurang mengkonsumsi Ca.

c. Bayi dan anak

Bayi dapat memperoleh Ca dari ASI sebesar 240 mg (berasal dari 750 ml ASI). Bayi kurang dari 6 bulan dianjurkan mengonsumsi Ca sebesar 200 mg/hari, sehingga Ca dari ASI tanpa tambahan susu formula dianggap sudah mencukupi. Sementara itu bayi 6-12 bulan dianjurkan konsumsi 400 mg/hari dan usia 1-3 tahun 400 mg/hari. Mengingat pertumbuhan tulang yang sangat pesat saat usia bayi dan balita, maka konsumsi Ca harus dijaga agar selalu tercukupi. Namun konsumsi Ca berlebih akan berakibat toksik dengan gejala konstipasi serta timbulnya *hipercalsimea* dan *hipercalciuria* yang meningkatnya resiko terjadi batu ginjal.

d. Usia remaja

Kecukupan gizi untuk kebutuhan kalsium bagi remaja usia 13-19 tahun sebesar 1.000 mg/hari. Periode remaja merupakan periode kritis dimana terjadi perubahan fisik, biokimia, dan emosional yang cepat. Pada masa ini terjadi *growth spurt* yaitu puncak pertumbuhan tinggi badan dan berat badan. Selain itu, pada masa ini juga terdapat puncak pertumbuhan massa tulang (*Peak bone mass/PBM*) yang menyebabkan kebutuhan gizi pada masa ini sangat tinggi bahkan lebih tinggi daripada fase kehidupan lainnya.

PBM sangat ditentukan oleh asupan kalsium terutama saat remaja. Apabila pada saat ini kalsium yang dikonsumsi kurang dan berlangsung dalam waktu yang lama, PBM tidak akan terbentuk secara

optimal. Asupan kalsium yang rendah pada masa remaja berhubungan dengan penurunan isi dan densitas mineral tulang panggul sebesar 3 %. Dengan demikian remaja tersebut akan beresiko terkena osteoporosis atau masalah kesehatan lainnya yang berhubungan dengan defisiensi kalsium dan tulang pada saat dewasa nanti.

Kebutuhan kalsium pada masa remaja sangat tinggi karena pada masa pembentukan tulang terbesar pada saat ini. Pada remaja efisiensi penyerapan kalsium meningkat dan deposit kalsium meningkat hingga 2 kali lebih besar dari masa-masa sebelum ataupun sesudahnya. Dengan demikian, suplai kalsium dari makanan sangat penting untuk memaksimalkan PBM dan menjaga keseimbangan kalsium tubuh yang optimal.³⁷

3. Absorpsi Kalsium

Winarno mengatakan bahwa penyerapan kalsium sangat bervariasi tergantung umur dan kondisi tubuh. Pada waktu anak-anak atau pertumbuhan sekitar 50-70 % kalsium yang dicerna diserap, tetapi waktu dewasa hanya sekitar 10-40 % yang diserap. Dalam keadaan normal kalsium yang dikonsumsi dapat diabsorpsi tubuh sebanyak 30-50 %. Kemampuan absorpsi lebih tinggi pada masa pertumbuhan dan menurun pada proses penuaan. Kemampuan absorpsi pada laki-laki lebih tinggi daripada perempuan pada semua golongan usia.

³⁷ Sandra Fikawati, *Op Cit*, hal 170.

Absorpsi kalsium dibantu oleh vitamin D, vitamin C dan laktosa. Sedangkan oksalat dan fitat mengganggu absorpsi kalsium. Absorpsi Ca dalam pencernaan dipengaruhi oleh banyak hal. Jika kadar Ca dalam darah turun, kelenjar paratiroid akan mengeluarkan hormon paratiroid. Hormon tersebut akan mengubah vitamin D bentuk tidak aktif menjadi bentuk aktif dan selanjutnya vitamin D akan mengabsorpsi Ca. Absorpsi Ca akan lebih tinggi pada usia muda dibanding usia lanjut. Kalsium hanya bisa diabsorpsi bila terdapat dalam bentuk larut air dan tidak mengendap karena unsur makanan lain seperti oksalat. Kalsium yang tidak di absorpsi dikeluarkan melalui feses. Jumlah kalsium yang diekresi melalui urin mencerminkan jumlah kalsium yang di absorpsi. Kehilangan kalsium juga terjadi melalui sekresi cairan yang masuk kedalam saluran cerna dan melalui keringat.³⁸

Perbandingan kalsium dan fosfor berpengaruh erat dalam proses absorpsi kalsium. Untuk absorpsi kalsium yang baik diperlukan perbandingan Ca : P di dalam rongga usus adalah 1 : 1 sampai 1 : 3. Perbandingan Ca : P yang lebih besar dari 1 : 3 akan menghambat penyerapan Ca sehingga menyebabkan defisiensi kalsium, yaitu rakhitis.

Faktor lain yang dapat menghambat absorpsi kalsium adalah ketidakstabilan emosional yang dapat mempengaruhi efisiensi absorpsi kalsium, seperti stres, tekanan dan kecemasan. Kurangnya latihan fisik atau olahraga seperti jarang berjalan atau pada orang yang kurang gerak karena

³⁸ *Ibid*, hal 175

sakit juga dapat menyebabkan kehilangan kalsium tulang 0,5 % setiap bulan dan mengurangi kemampuan untuk menggantinya kembali.

4. Kelebihan dan Kekurangan Kalsium

Meskipun kalsium sangat banyak perannya dalam menjaga kesehatan, batas konsumsinya juga harus diperhatikan. Konsumsi kalsium maksimal 2000 mg/hari. Diatas ambang batas tersebut dapat menimbulkan gangguan kesehatan yang tidak diinginkan.³⁹

Penyakit akibat kelebihan kalsium disebut juga dengan hiperkalsemia. Hiperkalsemia menyebabkan terjadinya penumpukan kalsium ditempat yang tidak seharusnya. Penumpukan kalsium dapat terjadi pada sel dan jaringan. Sel dan jaringan yang telah terklasifikasi akan menurun aktivitasnya dan dapat menyebabkan kematian sel. Tinggi kematian sel dapat menyebabkan metabolisme tubuh terganggu. Kelemahan sel kulit yang besar dapat menyebabkan keriput dan penuaan dini.

Kadar kalsium yang tinggi dalam darah atau jaringan dapat menekan produksi 1,25 dihidroksi vitamin D, yaitu hormon steroid yang terlibat dalam penyerapan kalsium. Konsumsi kalsium yang tinggi malah menurunkan penyerapannya.

Kelebihan kalsium juga tidak baik bagi penderita kanker, hal ini berhubungan dengan penurunan produksi 1,25 dihidroksi vitamin D. Penderita

³⁹ Made Astrawan Andreas, Leomitro Kasih. *Khasiat warna-warni Makanan*. (Jakarta, Gramedia Pustaka Utama), 2008, hal 268.

kanker harus melawan dan memperlambat proliferasi dan diferensiasi sel mutan sehingga pertumbuhan kanker dapat dihambat. Senyawa 1,25 dihidroksi vitamin D dapat membantu menghambat pertumbuhan sel-sel kanker, sehingga apabila produksinya menurun maka pertumbuhan sel kanker akan menjadi pesat.

Kelebihan kalsium diduga dapat menyebabkan terbentuknya batu ginjal. Kesimpulan ini diperoleh setelah adanya peneliti yang menyebutkan bahwa lebih dari 90 % batu ginjal yang dikeluarkan dapat terbentuk dari garam kalsium, seperti kalsium karbonat dan kalsium fosfat⁴⁰.

Untuk menghindari resiko negatif akibat kelebihan konsumsi kalsium, maka konsumsilah kalsium dalam jumlah yang wajar dan dari sumber yang alami. Kadar kalsium yang alami terkandung pada bahan pangan yang dapat dikonsumsi.

Kekurangan unsur kalsium dalam persediaan di dalam tubuh dapat menimbulkan :

- a. Kerusakan pada gigi (Karies dentis)
- b. Pertumbuhan tulang menjadi tidak sempurna dan dapat menimbulkan rickets
- c. Apabila bagian dalam tubuh terluka maka darah akan sukar membeku sehingga pengeluaran darah bertambah
- d. Terjadinya kejang otot
- e. Ricketsia pada anak-anak

⁴⁰ *Ibid.* hal 269

- f. Dapat mengakibatkan osteoporosis (tulang rapuh) pada orang dewasa.

E. Permanganometri

1. Titrimetri

Analisa titrimetri adalah analisa kuantitatif dimana kadar komposisi dari zat uji ditetapkan berdasarkan volume pereaksi (konsentrasi diketahui) yang ditambahkan kedalam larutan zat uji, hingga komponen yang akan ditetapkan bereaksi secara kuantitatif dengan pereaksi tersebut.

Analit direaksikan dengan suatu bahan lain yang diketahui atau dapat diketahui jumlah molnya dengan tepat. Bila bahan tersebut berupa larutan, maka konsentrasinya harus diketahui dengan teliti dan larutan demikian dinamakan dengan larutan baku.

Reaksi dijalankan dengan titrasi, yaitu suatu larutan ditambahkan dari buret sedikit demi sedikit, sampai jumlah zat-zat yang direaksikan tepat menjadi ekuivalen satu sama lain. Pada saat titran yang ditambahkan telah tampak ekuivalen, maka penambahan titran harus dihentikan (titik akhir titrasi). Larutan yang ditambahkan dari buret disebut titran, sedangkan larutan yang ditambah titran itu disebut dengan titrat.⁴¹

Suatu reaksi dapat digunakan sebagai dasar analisa titrimetri apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Reaksi harus berlangsung cepat, sehingga titrasi dapat dilakukan dalam waktu yang tidak terlalu lama

⁴¹ W. Harjadi. *Op Cit* . hal 121

2. Reaksi harus sederhana dan diketahui dengan pasti, sehingga di dapat kesetaraan yang pasti dari reaktan
3. Reaksi harus berlangsung sempurna. Pereaksi yang digunakan dinamakan titran dan larutannya disebut larutan titer atau larutan baku. Kosentrasi larutan dapat dihitung berdasarkan berat baku yang ditimbang seksama atau dengan penetapan yang dikenal dengan standarisasi atau pembakuan.
4. Larutan baku yang direaksikan dengan analat harus mudah didapat dan sederhana menggunakannya. Juga harus stabil sehingga kosentrasinya tidak mudah berubah bila disimpan.

Untuk pembakuan tersebut digunakan zat baku yang disebut baku primer (Larutan yang kosentrasinya dapat diketahui dengan cara penimbangan zat dengan seksama). Disamping itu pembakuan juga dapat dilakukan dengan cara menggunakan larutan yang sudah dibakukan (baku sekunder). Larutan baku sekunder adalah larutan yang kosentrasinya dapat diketahui dengan cara dibakukan terlebih dahulu.

Larutan baku primer harus memenuhi syarat, seperti :

1. Murni atau mudah dimurnikan dengan kemurnian yang diketahui (sebaiknya 100 % atau yang mendekati angka itu)
2. Reaksi yang dibakukan harus stoikiometrik sehingga dapat dicapai dasar perhitungan
3. Mudah ditangani (Tidak higroskopik atau dipengaruhi udara)
4. Mempunyai bobot ekivalen yang tinggi, sehingga kesalahan penimbangan kecil

5. Mudah didapat

Saat dimana komponen zat uji tepat habis bereaksi dengan titran dinamakan titik ekuivalen. Perubahan warna indikator pada titrasi dinamakan titik akhir titrasi. Titik akhir titrasi dilihat karena adanya perubahan warna atau kekeruhan.

2. Kalium Permanganat

Kalium Permanganat merupakan oksidator kuat yang dapat bereaksi dengan cara yang berbeda-beda, tergantung dari pH larutannya. Kekuatannya sebagai oksidator juga berbeda sesuai dengan reaksi yang terjadi pada pH yang berbeda itu. Reaksi yang bermacam ragam ini disebabkan oleh keragaman valensi mangan, dari 1 sampai 7 yang semuanya stabil kecuali valensi 1 dan 5.⁴²

Kelemahan kalium permanganat adalah larutannya mempunyai kestabilan yang terbatas. Biasanya digunakan pada medium asam.⁴³

Reduksi MnO_4^- berlangsung sebagai berikut :

a. Dalam larutan asam



b. Dalam larutan netral, pH 4-10



c. Dalam larutan netral atau basa

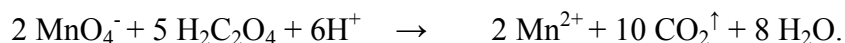


⁴² *Ibid.* hal 219

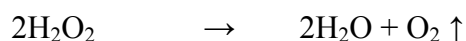
⁴³ SM Khopkar, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, (Jakarta, UI Pres), 2008, hal 57.

3. Titrasi Permanganometri

Titration Permanganometri adalah titration yang menggunakan Kalium permanganat sebagai titran⁴⁴. Reaksi oksidasi terhadap $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ berjalan lambat pada temperatur ruang. Untuk mempercepat perlu pemanasan. Untuk mempersiapkan larutan standar KMnO_4 harus dihindarkan adanya MnO_2 . KMnO_4 dapat distandarkan terhadap $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Natrium oksalat merupakan bahan baku primer yang baik, sangat murni, stabil selama pengeringan dan tidak higroskopis. Natrium oksalat di titration dalam larutan asam.



Reaksi sebenarnya kompleks sekali dan berjalan lambat walaupun pada suhu tinggi. Tetapi setelah mulai, selanjutnya berlangsung lebih cepat berkat katalis oleh Mn^{2+} yang terbentuk (autokatalisa). Diperkirakan autokatalisa ini terjadi karena Mn^{+2} dengan cepat dioksidasi oleh MnO_4^- menjadi Mn bervalensi 3 atau 4. Inilah yang dengan cepat sekali mengoksidasi oksalat kembali menjadi Mn^{+2} . Sebagian kecil oksalat teroksidasi oleh udara menjadi peroksida yang kemudian dapat terurai sendiri dalam larutan yang panas.



Umumnya titration oksalat oleh KMnO_4 berlangsung pada larutan yang sudah dipanaskan sama api sekitar 60 C, dengan penambahan KMnO_4 tidak terlalu cepat dan tidak juga terlalu lambat. Pemberian yang terlalu cepat

⁴⁴ W. Harjadi. *Op Cit.* hal 125

cenderung menyebabkan reaksi antara MnO_4^- dengan Mn^{+2} . Sedangkan bila terlalu lambat mungkin terjadi kehilangan oksalat karena membentuk peroksida yang kemudian terurai menjadi air. Dalam praktek ini berarti tetes berikutnya diberikan secepat tetes sebelum lenyap.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 16-21 Mei 2011.

2. Lokasi Penelitian

Sampel tempe diambil dari Pasar Arengka Pekanbaru. Kemudian sampel tersebut dianalisis di Laboratorium Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| a. Labu Erlenmayer | f. Termometer |
| b. Pipet Tetes | g. Pembakar Bunsen |
| c. Kertas Saring Wathman No 42 | h. Pengaduk |
| d. Buret | i. Timbangan Analitik |
| e. Lumpang dan Stanfer | j. Labu takar 100 dan 50 ml |

2. Bahan

- a. Tempe
- b. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- c. Aquades
- d. Ammonium Oksalat
- e. Asam Nitrat Pekat

- f. H_2O_2 30 %
- g. Asam Asetat encer
- h. Asam Sulfat Encer
- i. Amonium Hidroksida encer
- j. HCl pekat
- k. Larutan baku Kalium Permanganat 0,1 N

C. Cara Kerja

1. Pembuatan Reagensia

a. Larutan KMnO_4 0,1 N

Ditimbang kasar di atas kaca arloji sebanyak 3,2 gram kalium permanganat. Kemudian dilarutkan ke dalam gelas kimia berisi 1 liter air suling. Gelasnya ditutup dan dipanaskan didalam penangas air selama 10-15 menit. Larutan disimpan dalam keadaan tertutup selama semalam. Kemudian larutan disaring dengan menggunakan saringan kaca kedalam botol kaca gelap/coklat bertutup kaca.⁴⁵

b. Larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,05 N

Setelah dikeringkan dalam oven pada suhu $110-120^\circ\text{C}$ selama 1-2 jam, kemudian ditimbang sebanyak 0,315 g. Larutkan dulu ke dalam gelas kimia 100 ml yang berisi 50 ml aquades. Larutan dipindahkan secara kuantitatif ke dalam labu takar 100 ml. Tambahkan aquades sampai tanda batas dan homogenkan.⁴⁶

⁴⁵ HAM, Mulyono. *Membuat Reagen Kimia di Laboratorium*. Jakarta : Bumi Aksara, 2008, hal 151.

⁴⁶ *Ibid*, hal 145

c. Standarisasi Larutan KMnO_4

Penetapan Kenormalan larutan baku kalium permanganat dengan tahapan:

1. Diukur 100 ml aquades dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer, dipanaskan hingga suhu 70°C
2. Ditambah 5 ml larutan asam sulfat 8 N
3. Ditambah 10 ml larutan baku asam oksalat 0,05 N
4. Dititrasi dengan larutan baku kalium permanganat 0,1 N sampai warna merah muda dan dicatat volume pemakaian
5. Apabila perbedaan pemakaian larutan baku kalium permanganat secara duplo lebih dari 0,1 ml ulangi penetapan, apabila kurang atau sama dengan 0,1 ml rata-ratakan hasilnya untuk perhitungan kenormalan larutan baku kalium permanganat
6. Dihitung kenormalan larutan baku kalium permanganat dengan rumus

$$V \text{ KMnO}_4 \times N \text{ KMnO}_4 = V \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \times N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4^{47}$$

3. Analisis Kandungan Mineral Kalsium Dengan Cara Basah

a. Pengabuan basah dengan asam nitrat dan asam sulfat

1. Sampel tempe terlebih dahulu diiris dan dihaluskan dengan menggunakan stanfer dalam lumpang.
2. Sebanyak kurang lebih 5 gram sampel ditimbang dan dimasukkan kedalam erlemeyer 500 ml
3. 3 ml HNO_3 pekat dan 9 ml HCl pekat dicampur kemudian dikocok dan didiamkan selama setengah jam atau lebih

⁴⁷ SK SNI M-72-1990-03

4. Selanjutnya campuran dipanaskan secara perlahan sehingga larut dan sampai mendidih sehingga asap nitro kuning telah keluar sebanyak mungkin.
5. Sebanyak 2 ml asam nitrat selanjutnya ditambahkan pada campuran sehingga seluruh bahan organik telah terbakar yang ditunjukkan oleh larutan berwarna kuning. Bila pada penambahan 2 ml asam nitrat selanjutnya tidak berhasil membuat campuran jernih maka dilanjutkan dengan prosedur tambahan.

b. Prosedur tambahan

Prosedur tambahan dilakukan apabila cara destruksi di atas tidak menghasilkan larutan jernih (setelah tahap 5), maka dilanjutkan dengan cara berikut:

1. Campuran sampel ditambah dengan 2-3 ml hidrogen peroksida 30 % dan beberapa tetes asam nitrat pekat
2. Campuran sampel dipanaskan di atas pelat pemanas sehingga jernih
3. Larutan didinginkan dan diencerkan dengan 10 ml aquades bebas ion lalu dipanaskan sehingga berasap, didinginkan dan disaring.
4. Larutan diencerkan dengan aquades bebas ion hingga volume tertentu.⁴⁸

⁴⁸ Abdul Rahman Sumantri, *Analisis Makanan*, (Yogyakarta, Gajah Mada University Press,), 2007, hal 205.

c. Pelarutan

Larutan sampel dari erlemeyer dipindahkan secara kuantitatif kedalam labu takar 100 ml lalu ditepatkan hingga tanda batas dengan aquades.

d. Penentuan Kadar Kalsium

10 ml sampel dimasukkan dalam labu erlenmeyer 250 ml lalu ditambah 50 ml aquades, 10 ml larutan ammonium oksalat (berlebih atau secukupnya hingga ammonium oksalat mampu mengendapkan kalsium semuanya) . Larutan dibuat sedikit basa dengan penambahan ammonia encer, kemudian dibuat sedikit asam dengan penambahan beberapa tetes asam asetat sampai warna larutan merah muda (pH 5). Larutan dipanaskan sampai mendidih lalu didiamkan minimum 4 jam. Larutan disaring menggunakan kertas wathman No 42 dan dibilas beberapa kali dengan aquades sehingga filtrat bebas oksalat. Endapan dipindahkan kedalam labu erlenmeyer lain dengan cara ujung kertas saring dilubangi dengan pengaduk gelas lalu dibilas dan dilarutkan dengan asam sulfat panas. Selagi panas (70-80°C), larutan dititrasi dengan larutan baku KMnO_4 0,1 N sampai terbentuk warna larutan merah jambu pertama yang tidak hilang selama 15 detik. Kadar kalsium dihitung berdasar banyaknya volume larutan baku KMnO_4 yang digunakan untuk titrasi.⁴⁹

$$\text{Kadar Kalsium (\%)} = \frac{V \text{ KMnO}_4 \times N \text{ KMnO}_4 \times \text{Be Ca}}{\text{mg Sampel}} \times 100 \%$$

⁴⁹ Abdul Rohman Sumantri. *Op Cit* . hal 218

e. Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah Tes “t” untuk sampel-sampel yang berkolerasi. Tes “t” adalah salah satu uji statistika yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan (meyakinkan) dari dua buah mean sampel dari dua variable yang dikomparatifkan⁵⁰. Teknik analisis Tes “t” untuk sampel yang berkolerasi pada analisis ini adalah nilai atau skor dari kedua sampel diambil dari subjek yang sama atau dapat juga diambil dari subjek yang berbeda namun harus memiliki karakteristik yang sama. Tes “t” untuk sampel Kecil ($N < 30$) yang berkolerasi rumusnya adalah :

$$t_o = \frac{\left(\frac{\sum D}{N} \right)}{\left(\frac{SDD}{\sqrt{N-1}} \right)}$$

Proses analisis statistika dengan Tes “t” adalah sebagai berikut :

1. Menghitung harga t_o

Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan tabel perhitungan untuk mencari $\sum D$ dan $\sum D^2$
- b. Menghitung standar deviasi perbedaan skor dari kedua variabel.

$$SD_D = \sqrt{\frac{\sum D^2}{N} - \left(\frac{\sum D}{N} \right)^2}$$

⁵⁰ Hartono, *Statistika Untuk Penelitian*, (Yogyakarta, 2010), hal 178.

c. Subtitusikan kedalam rumus

$$t_o = \frac{\left(\frac{\sum D}{N}\right)}{\left(\frac{SDD}{\sqrt{N}-1}\right)}$$

2. Memberikan interpersi terhadap t_0

- a. Mencari $df = N-1$
- b. Berkonsultasi pada table nilai “t” pada taraf signifikan 5 % atau 1 %
- c. Membandingkan t_0 dengan t_t dengan ketentuan:
 - 1) Bila t_0 nsama dengan atau lebih besar dari t_t maka hipotesis nol (H_0) ditolak, yang berarti ada perbedaan yang signifikan
 - 2) Bila t_0 lebih kecil dari t_t maka hipotesis nol (H_0) diterima, yang berarti tidak ada perbedaan yang signifikan.
 - 3) Kesimpulan
Disimpulkan ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan dari analisis data.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai kadar kalsium (Ca) pada tempe yang dibungkus plastik dan daun dilakukan karena tempe merupakan bahan makanan yang mengandung mineral kalsium dan memiliki nilai gizi tinggi. Selain produksinya yang mudah dan juga merupakan makanan yang khas di Indonesia, tempe cukup memenuhi kebutuhan tubuh. Kalsium memiliki peranan yang penting dalam tubuh, pada umumnya yaitu membantu membentuk tulang dan gigi dan mengukur proses biologis dalam tubuh.

Tempe yang bungkus plastik dan daun yang akan ditentukan kadar kalsiumnya diperoleh dari pasar Arengka Pekanbaru. Kemudian diteliti di Laboratorium Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau dengan menggunakan metode Permanganometri. Metode ini merupakan suatu metode yang sangat sederhana dalam penentuan kadar kalsium.

Sebelum dilakukan penelitian, tempe yang diambil dari beberapa penjual di Pasar Arengka adalah tempe yang memiliki mutu fisik, yaitu :

1. Warna putih

Warna ini disebabkan adanya miselia kapang yang tumbuh pada permukaan biji Kedelai.

2. Tekstur kompak

Kekompakan tekstur juga disebabkan adanya miselia kapang yang menghubungkan antara biji kedelai. Kompak atau tidaknya tekstur tempe

dapat diketahui dengan melihat lebat tidaknya miselia yang tumbuh pada permukaan tempe. Apabila misellia lebat, hal ini menunjukkan bahwa tekstur tempe telah membentuk masa yang kompak.

3. Aroma dan rasa khas tempe

Terbentuknya aroma dan rasa yang khas pada tempe disebabkan terjadinya degradasi komponen-komponen dalam tempe selama berlangsung proses fermentasi.⁵¹

A. Pengabuan Basah (Dekstruksi)

Tahap awal pada penentuan kadar kalsium dengan metode permanganometri terhadap tempe yang dibungkus plastik dan daun adalah dengan melakukan destruksi. Dengan cara destruksi diharapkan yang tertinggal adalah residu bahan anorganik untuk ditentukan kadarnya, karena prinsip kerja destruksi adalah memusnahkan bahan organik dan dioksidasi dengan bantuan asam pengoksidasi kuat yang dididihkan bersama-sama⁵². Kalsium merupakan unsur mineral dan dikenal sebagai bahan anorganik atau kadar abu. Oksidator yang digunakan adalah asam nitrat pekat, asam klorida pekat dan H₂O₂ 30 %.

Pada awal destruksi digunakan asam sulfat pekat sebagai pereaksi. Pada penambahan asam sulfat pekat kedalam Erlenmeyer berisi sampel tempe menghasilkan warna hitam. Kemudian ditambah asam nitrat pekat dan didiamkan selama setengah jam atau lebih. Selanjutnya dipanaskan untuk melarutkan campuran dan mengeluarkan asap nitro sebanyak mungkin. Setelah ditambahkan

⁵¹ Nurita Puji Astuti, *Sifat Organoleptik Tempe Kedelai Yang dibungkus Plastik, Daun pisang dan Daun Jati* (Surakarta, 2009), hal 12-13

⁵² Abdul Rohman Sumantri. *Op Cit* . hal 203

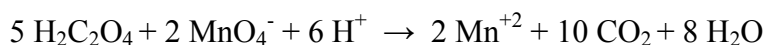
H₂O₂ dan kembali dilakukan pemanasan seharusnya larutan berwarna jernih, tetapi ternyata warna hitam pekat dari campuran tidak hilang. Sehingga larutan tidak bisa digunakan untuk dilakukan uji kalsium, karena pada titrasi permanganometri menggunakan KMnO₄ dengan warna gelap sebagai titran. Dikhawatirkan titrat berwarna hitam pekat dengan titran warna ungu gelap tidak bisa menunjukkan titik akhir titrasi yang seharusnya terbentuk warna merah muda pucat.

Selanjutnya pereaksi asam sulfat pekat diganti dengan asam klorida pekat. Penambahan asam klorida pekat dan asam nitrat pekat pada sampel tempe dalam erlenmeyer menghasilkan warna hitam. Selanjutnya campuran didiamkan selama setengah jam dan dipanaskan. Pada penambahan asam nitrat selanjutnya dan H₂O₂ terbentuk larutan berwarna kuning, kemudian disaring agar jernih. Setelah itu baru dilakukan penentuan kadar kalsium.

B. Penentuan Kadar Kalsium Dengan Metode Permanganometri

Kalium permanganat bukan pereaksi baku primer, sangat sukar didapatkan dalam keadaan murni dan bebas dari mangan dioksida. Karena itu harus distandarisasi terlebih dahulu. Standarisasi dilakukan supaya dapat diketahui konsentrasi dari kalium permanganat. Larutan baku primer yang digunakan adalah H₂C₂O₄.

Pada standarisasi kalium permanganat titik akhir titrasi menunjukkan warna merah muda. Volume kalium permanganat yang terpakai adalah 4,9 ml rata-rata dari tiga kali titrasi. Reaksi yang terjadi adalah :



Pada penentuan kadar kalsium digunakan kalium permanganat sebagai titran karena dapat diperoleh dengan mudah, tidak mahal dan tidak membutuhkan indikator. Satu tetes 0,1 N permanganat memberikan warna merah muda. Warna ini digunakan untuk mengidentifikasi kelebihan KMnO_4 tersebut. Reaksinya adalah :



Titration yang menggunakan kalium permanganat sebagai titran harus dalam suasana asam, karena jika dalam suasana asam lemah atau dalam larutan netral dan basa akan terbentuk endapan coklat MnO_2 yang mengganggu. Pada penambahan titran, warna merah hilang makin cepat karena ion Mn^{+2} yang terjadi berfungsi sebagai katalis untuk mempercepat reaksi. Selanjutnya titran ditambahkan lebih cepat sampai titik akhir titration tercapai, yaitu sampai pada tetesan dimana warna merah jambu pucat yang tidak hilang selama 15 detik. Warna pada titik akhir ini tidak tetap bertahan, setelah beberapa lama lenyap kembali akibat reaksi antara kelebihan MnO_4^- dengan ion Mn^{+2} hasil titration. Reaksinya adalah : $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{MnO}_4^- + 3 \text{Mn}^{2+} \rightarrow 5 \text{MnO}_2 + 4 \text{H}^+$. Volume kalium permanganat yang terpakai pada sampel tempe plastik rata-rata dari tiga kali titration adalah 1,4 ml, 1,6 ml, dan 1,2 ml. Sedangkan volume kalium permanganat yang terpakai pada sampel tempe daun rata-rata dari tiga kali titration adalah 2,3 ml, 1,9 ml, 2,0 ml.

Hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau dengan menggunakan 6 sampel tempe yaitu 3 buah tempe plastik dan 3 buah tempe daun yang diberi inisial tempe 1 p , 2 p, 3 p, 1 d, 2

d, 3 d diperoleh dari Pasar Arengka Pekanbaru disajikan dalam tabel dan grafik batang berikut ini:

1. Data Berat Sampel

Tabel 4. Berat Sampel

No	Nama Sampel	Berat (mg)
1	Tempe 1 p	5017
2	Tempe 2 p	5008
3	Tempe 3 p	5006
4	Tempe 1 d	5039
5	Tempe 2 d	5014
6	Tempe 3 d	5003

2. Data Volume Titration

a. Titration Normalitas KMnO_4

Tabel 5. Volume KMnO_4 Pada Titration Standarisasi

Volume $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (ml)	Volume KMnO_4 (ml)			Volume KMnO_4 Rata-rata
	1	2	3	
10	4,8	5,0	4,9	4,9

b. Titration Penentuan Kadar Kalsium

Tabel 6. Volume KMnO_4 Pada Titration Penentuan Kadar Kalsium

No	Nama Sampel	Volume Titration (ml)			Volume Rata-rata
		1	2	3	
1	Tempe 1p	1,4	1,3	1,5	1,4
2	Tempe 2p	1,6	1,7	1,5	1,6
3	Tempe 3p	1,1	1,4	1,0	1,2
4	Tempe 1d	2,3	2,1	2,5	2,3
5	Tempe 2d	1,7	2,1	1,9	1,9
6	Tempe 3d	2,2	2,0	1,8	2,0

3. Data Kadar Kalsium

Tabel 7. Hasil Penentuan Kadar Kalsium Pada 6 Sampel Tempe.

No	Sampel	Berat (gram)	Volume Titration (mL)			Average	Concentration (%)
			1	2	3		
1	Tempe 1p	5,017	1,4	1,3	1,5	1,4	0,569
2	Tempe 2p	5,008	1,6	1,7	1,5	1,6	0,651
3	Tempe 3p	5,006	1,1	1,4	1,0	1,2	0,489
4	Tempe 1d	5,039	2,3	2,1	2,5	2,3	0,931
5	Tempe 2d	5,014	1,7	2,1	1,9	1,9	0,773
6	Tempe 3d	5,003	2,2	2,0	1,8	2,0	0,816

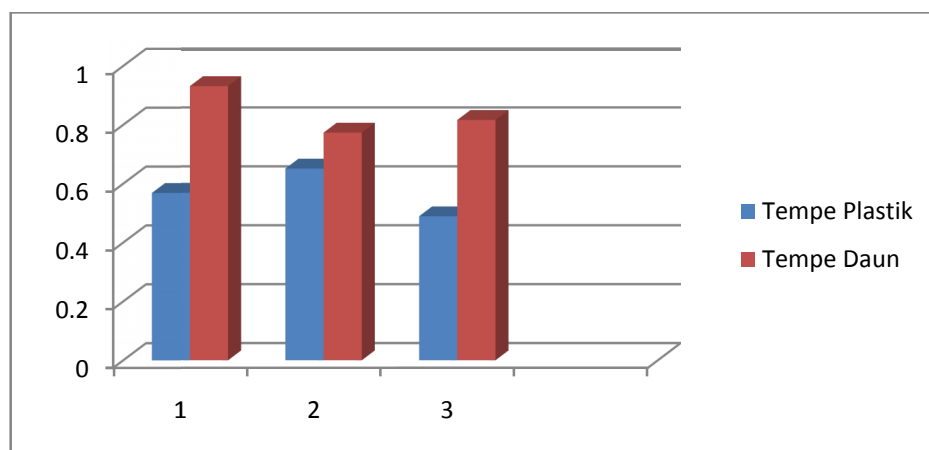
4. Data Tes “t”

Tabel 8. Analisis Data Tes “t”

No Kode	Concentration (%)		D	D ²
	Tempe Plastik	Tempe Daun		
1	0,569	0,931	-0,362	0,131
2	0,651	0,773	-0,122	0,015
3	0,489	0,816	-0,327	0,106
N= 3	-	-	$\sum D = -0,811$	$\sum D^2 = 0,252$

5. Perbandingan Kadar Kalsium

Grafik 1. Perbandingan Kadar Kalsium pada Tempe Plastik dan Daun



Berdasarkan hasil penentuan kadar kalsium pada 6 sampel tempe, menunjukkan bahwa kadar kalsium yang terdapat dalam tempe tersebut memiliki kadar yang berbeda-beda. Kadar kalsium yang tertinggi terdapat pada sampel tempe 1d yang merupakan tempe yang dibungkus daun yaitu sebesar 0,931 %. Sedangkan kadar kalsium yang terendah terdapat pada sampel sampel 3p yaitu tempe yang dibungkus plastik sebesar 0,489 %. Meskipun kadar kalsium berbeda pada tiap sampel, tetapi berdasarkan hasil analisis data dengan Tes “t” tidak ada perbedaan yang signifikan antara kadar kalsium pada tempe yang dibungkus plastik dan daun di Pasar Arengka Pekanbaru, dengan $t_0 = 3,648$ berarti lebih kecil dari t_{tabel} pada taraf signifikan 5 % maupun 1 % ($4,39 > 3,648 < 9,92$). Sehingga diambil kesimpulan tidak ada pengaruh bungkus plastik dan daun terhadap kadar kalsium pada tempe di pasar Arengka Pekanbaru.

Fungsi dari pembungkus tempe bukan saja sebagai pelindung isinya dari debu atau agar tahan lama, tetapi juga merupakan upaya untuk mengatur dan merapikan agar mudah dan praktis. Kemasan plastik memiliki kelebihan yaitu kuat, ringan, tidak karatan serta dapat diberi warna, sedangkan kelemahannya adalah molekul kecil yang terkandung dalam plastik dapat melakukan migrasi kedalam bahan makanan yang dikemas. Daun pisang yang digunakan sebagai pembungkus tempe memiliki sifat yang relatif mudah dibersihkan. Pembungkusan bahan tempe dengan daun pisang sama halnya dengan menyimpan dalam ruang gelap (salah satu syarat ruang fermentasi), mengingat sifat daun yang tidak tembus pandang. Disamping itu sirkulasi udara tetap dapat berlangsung melalui

celah pembungkus yang ada. Hal ini menguntungkan karena kapang tempe membutuhkan banyak oksigen untuk pertumbuhannya.

Angka Kecukupan Gizi Kalsium

Dewasa dan manula	: 800 mg/hari
Ibu hamil dan menyusui	: 150 mg/hari
Bayi	: 200 – 400 mg/hari
Usia remaja	: 1.000 mg/hari

Jika dirata-ratakan dari enam sampel maka kadar kalsium dalam 5 gram tempe adalah 0,7 %, berarti terdapat 0,035 gram (35 mg) kalsium. Dilihat dari angka kecukupan gizi kalsium, maka dapat diperkirakan untuk memenuhi kebutuhan gizi kalsium/hari seorang dewasa bisa mengkonsumsi tempe dengan berat 114 gram/hari, Ibu hamil 21 gram/hari, bayi 57 gram/hari, remaja 142 gram/hari. Tempe dapat dikonsumsi oleh semua umur karena mudah dicerna.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kadar Kalsium yang dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Kadar kalsium yang terdapat pada tempe yang dibungkus plastik dan daun di Pasar Arengka Pekanbaru adalah pada tempe 1p= 0,569 %, 2p= 0,651 %, 3p= 0,489 %, 1d= 0,931 %, 2 d= 0,773 %, dan 3d= 0,816 %.
2. Berdasarkan analisis data Tes “t” tidak ada perbedaan yang signifikan antara kadar kalsium pada tempe yang dibungkus plastik dengan tempe yang dibungkus daun di pasar Arengka Pekanbaru.

B. Saran

1. Kepada masyarakat disarankan untuk mengkonsumsi tempe, selain dari harga dan produksi yang murah. Tempe mudah dicerna dan dapat dikonsumsi oleh semua umur serta mengandung kalsium dalam jumlah yang tinggi yang berfungsi untuk mencegah osteoporosis.
2. Disarankan kepada peneliti selanjutnya agar dapat menganalisa kadar kalsium dengan menggunakan metode yang lain seperti AAS agar hasil yang di dapatkan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreas, Made Sastrawan, Kasih, Leomitro. *Khasiat warna-warni Makanan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2008.
- Arsyad, M. Natsir . *Kamus Kimia*. Jakarta : PT Gramedia, 2001
- Astuti, Nurita Puji. *Sifat Organoleptik Tempe Kedelai Yang Dibungkus Plastik, Daun Pisang Dan Daun Jati*. Skripsi. Surakarta, 2009.
- Clara, Suhardjo dan Kusharto, M. *Prinsip-prinsip Ilmu Gizi*. Yogyakarta: Kanisius. 2003.
- Dalimartha, Setyawan. *36 Resep Tumbuhan Obat Untuk Menurunkan Kolesterol*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2007.
- Day, RA dan Underwood, AL. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi ke 6*. Jakarta: Erlangga, 1998.
- Djanis, L Ratnawati dan Hanafi. “*Analisis Mutu Gizi Tempe Selama Penyimpanan Dingin* “. Warta Akab, No 19, Juli 2008.
- Fikawati, Sandra dan Syafik, Ahmad. *Konsumsi Kalsium Pada Remaja*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2005.
- HAM, Mulyono. *Kamus Kimia Untuk Siswa dan Mahasiswa Sains dan Teknologi*. Bandung: Genesindo, 1996.
- HAM, Mulyono. *Membuat Reagen Kimia Di Laboratorium*. Jakarta : Bumi Aksara, 2006.
- Harjadi, W. *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. Jakarta: Gramedia, 1990.
- Hartono. *Statistika Untuk Penelitian*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2010.
- Heinnerman, John. *Khasiat Kedelai*. Jakarta : Prestasi Pustaka Karya, 2003
- Kartasapoetra, G, et al. *Ilmu Gizi*. Jakarta : Rineke Cipta, 2002
- Keraf, Gors. *Komposisi*. Jakarta : Nusa Indah, 1993.

- Khopkar, SM. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Pres, 2008.
- Nasution, Andi Hakim dan Karyadi, Darwin. *Pengetahuan Gizi Mutakhir Mineral*. Jakarta: PT Gramedia, 1988.
- Nurhidayat. *Tahapan Proses Pembuatan Tempe*. 2009. [online] Available: <http://nurhidayat.lecture.ub.ac.id>. [21 Februari 2011]
- Poedjiadi, Anna. *Dasar-Dasar Biokomia*. Jakarta : UI Pres, 1994.
- Roswara, Sutrisno. *Teknologi Pengolahan Kedelai*. Bogor: PT Penebar Swadaya, 1995.
- Santoso Budi, Hieronymus. *Pembuatan Tempe dan Tahu Kedelai*. Yogyakarta: Kanisius, 1993.
- Sudiarti, Trini dan Indrawani, M Yvone. *Gizi dan kesehatan Masyarakat*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada, 2005.
- Sumantri, Abdul Rahman. *Analisis Makanan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 2010.
- Vogel. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Mikro*. Jakarta : PT Kalman Media Pustaka, 1990.
- W.Keenam, Charles, et al. *Kimia Untuk Universitas Jilid 2*. Jakarta : Erlangga, 1984.
- Winarno. *Kimia Pangan Dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2004.

Lampiran 1 : Dokumentasi Penelitian

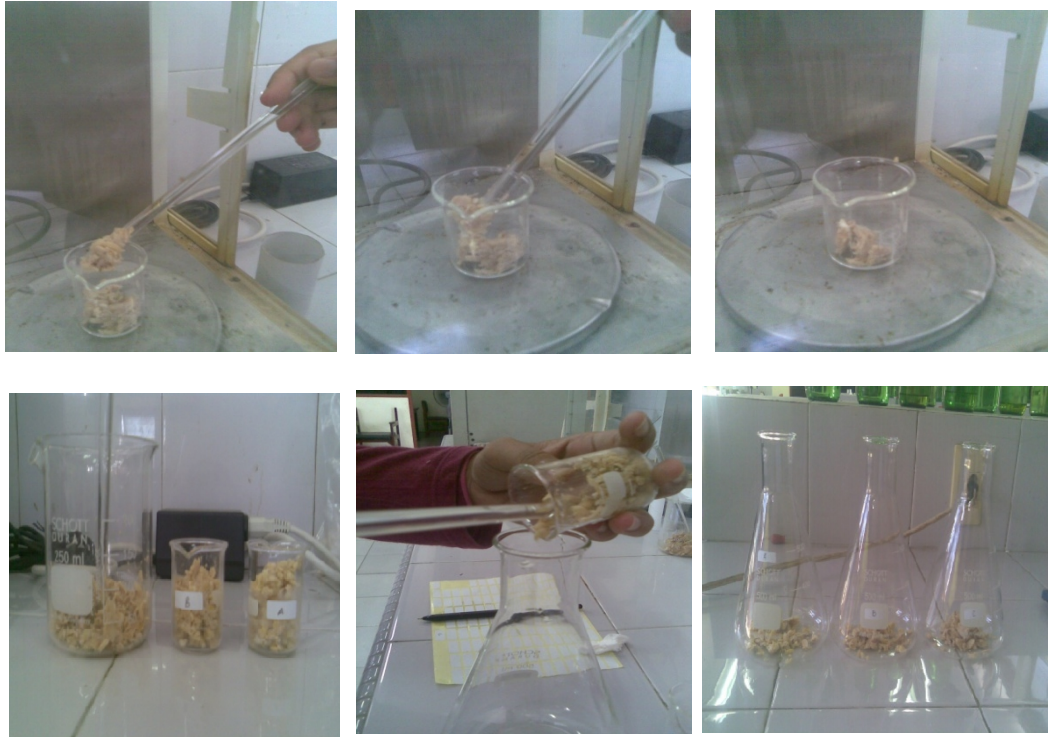
1. Alat dan Bahan



2. Sampel



3. Penimbangan Sampel



4. Dekstruksi Menggunakan Pereaksi H_2SO_4 pekat



5. Dekstruksi Menggunakan HCl pekat



Lampiran 2. Perhitungan

a. Pembuatan KMnO_4

Diketahui : BM KMnO_4 = 159

V KMnO_4 = 1 liter

N KMnO_4 = 0,1 N

Reaksi : $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{+2} + 4\text{H}_2\text{O}$

Be = BM/5 = 159/5=32

Ditanya : Berat KMnO_4 = ?

Jawab : N KMnO_4 = $\frac{\text{gram}}{\text{Be}} \times \text{V } \text{KMnO}_4$
0,1 = $\frac{\text{gram}}{32} \times 1$
0,1 X 32 = gram
3,2 = gram

b. Pembuatan Larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,05 N

Diketahui : BM $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ = 126

V $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ = 0,1 liter

N $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ = 0,05 N

Reaksi : $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Be = BM/2 = 126/2 = 63

Ditanya : Berat $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ = ?

Jawab : N $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ = $\frac{\text{gram}}{\text{Be}} \times \text{V } \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
0,05 N = $\frac{\text{gram}}{63} \times 0,1$
0,05 X 63 X 0,1 = gram
0,315 = gram

c. Kenormalan KMnO_4

Diketahui: $V \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 10 \text{ ml}$

$$N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 0,05$$

$$V \text{ KMnO}_4 = 4,9 \text{ ml}$$

Ditanya : $N \text{ KMnO}_4 = ?$

Jawab : $V \text{ KMnO}_4 \times N \text{ KMnO}_4 = V \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \times N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

$$4,9 \text{ ml} \times N \text{ KMnO}_4 = 10 \text{ ml} \times 0,05 \text{ N}$$

$$N \text{ KMnO}_4 = \frac{0,5 \text{ ml}}{4,9 \text{ ml}}$$

$$= 0,102 \text{ N}$$

d. Penentuan Kadar Kalsium Dalam Sampel Tempe

Rumus :

$$\text{Kadar Kalsium (\%)} = \frac{V \text{ KMnO}_4 \times N \text{ KMnO}_4 \times \text{Be Ca}}{\text{mg Sampel}} \times 100 \%$$

1. Tempe 1 p

Diketahui: $V \text{ KMnO}_4 = 1,4 \text{ ml}$

$$N \text{ KMnO}_4 = 0,102$$

$$\text{Be Ca} = 20$$

$$\text{Berat sampel} = 5017 \text{ mg}$$

$$\text{Kadar Kalsium (\%)} = \frac{1,4 \times 0,102 \times 20}{5017} \times 100 \% \times \frac{100 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} = 0,569 \%$$

$$\frac{0,569}{100} \times 5017 \text{ mg} = 29 \text{ mg}$$

Jadi dalam 5,017 gram sampel terdapat 29 mg Kalsium

2. Tempe 2 p

Diketahui: $V \text{ KMnO}_4 = 1,6 \text{ ml}$

$$N \text{ KMnO}_4 = 0,102$$

$$\text{Be Ca} = 20$$

$$\text{Berat sampel} = 5008 \text{ mg}$$

$$\text{Kadar Kalsium (\%)} = \frac{1,6 \times 0,102 \times 20}{5008} \times 100 \% \times \frac{100 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} = 0,651 \%$$

$$\frac{0,651}{100} \times 5008 \text{ mg} = 32 \text{ mg}$$

Jadi, dalam 5,018 gram sampel terdapat 32 mg kalsium

3. Tempe 3 p

Diketahui: $V \text{ KMnO}_4 = 1,2 \text{ ml}$

$$N \text{ KMnO}_4 = 0,102$$

$$\text{Be Ca} = 20$$

$$\text{Berat sampel} = 5006 \text{ mg}$$

$$\text{Kadar Kalsium (\%)} = \frac{1,2 \times 0,102 \times 20}{5006} \times 100 \% \times \frac{100 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} = 0,489 \%$$

$$\frac{0,489}{100} \times 5006 \text{ mg} = 24 \text{ mg}$$

Jadi, dalam 5,006 gram sampel terdapat 24 mg Kalsium

4. Tempe 1 d

Diketahui: $V \text{ KMnO}_4 = 2,3 \text{ ml}$

$$N \text{ KMnO}_4 = 0,102$$

$$\text{Be Ca} = 20$$

$$\text{Berat sampel} = 5039 \text{ mg}$$

$$\text{Kadar Kalsium (\%)} = \frac{2,3 \times 0,102 \times 20}{5039} \times 100 \% \times \frac{100\text{ml}}{10\text{ml}} = 0,931 \%$$

$$\frac{0,931}{100} \times 5039 \text{ mg} = 46 \text{ mg}$$

Jadi, dalam 5,039 gram sampel terdapat 46 mg Kalsium

5. Tempe 2 d

$$\text{Diketahui: } V \text{ KMnO}_4 = 1,9 \text{ ml}$$

$$N \text{ KMnO}_4 = 0,102$$

$$\text{Be Ca} = 20$$

$$\text{Berat sampel} = 5014 \text{ mg}$$

$$\text{Kadar Kalsium (\%)} = \frac{1,9 \times 0,102 \times 20}{5014} \times 100 \% \times \frac{100 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} = 0,773 \%$$

$$\frac{0,733}{100} \times 5014 \text{ mg} = 36 \text{ mg}$$

Jadi, dalam 5,014 gram sampel terdapat 36 mg Kalsium

6. Tempe 3 d

$$\text{Diketahui: } V \text{ KMnO}_4 = 2,0 \text{ ml}$$

$$N \text{ KMnO}_4 = 0,102$$

$$\text{Be Ca} = 20$$

$$\text{Berat sampel} = 5003 \text{ mg}$$

$$\text{Kadar Kalsium (\%)} = \frac{2,0 \times 0,102 \times 20}{5003} \times 100 \% \times \frac{100 \text{ ml}}{10\text{ml}} = 0,816 \%$$

$$\frac{0,816}{100} \times 5003 \text{ mg} = 40 \text{ mg}$$

Jadi, dalam 5,003 gram sampel terdapat 40 mg Kalsium.

e. Analisis Tes ‘t’

a. Analisis Data Tes ‘t’

No Kode	Kadar Kalsium (%)		D	D ²
	Tempe Plastik	Tempe Daun		
1	0,569	0,931	-0,362	0,131
2	0,651	0,773	-0,122	0,015
3	0,489	0,816	-0,327	0,106
N= 3	-	-	ΣD=-0,811	ΣD ² =0,252

- Standar Deviasi

$$\begin{aligned}
 SD_D &= \sqrt{\frac{\sum D^2}{N} - \left(\frac{\sum D}{N}\right)^2} \\
 &= \sqrt{\frac{0,252}{3} - \left(\frac{-0,811}{3}\right)^2} \\
 &= \sqrt{0,084 - 0,073} \\
 &= \sqrt{0,011} = 0,104
 \end{aligned}$$

- Substitusi dalam Rumus

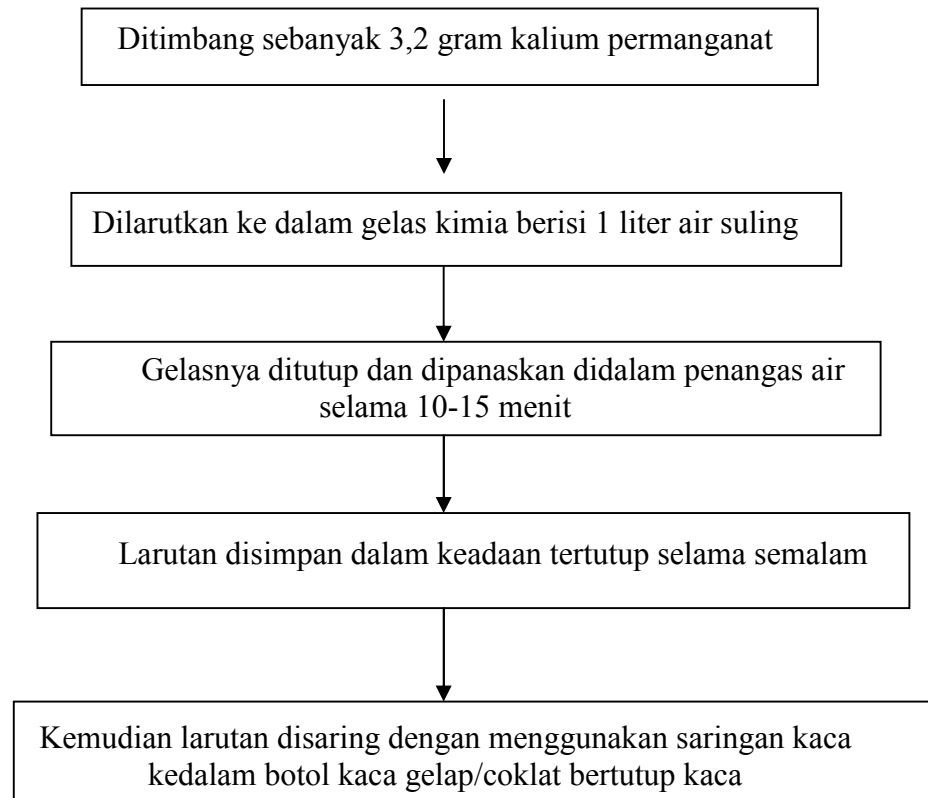
$$t_0 = \frac{\left(\frac{\sum D}{N}\right)}{\left(\frac{SD_D}{\sqrt{N-1}}\right)}$$

$$t_0 = \frac{\left(\frac{-0,811}{3} \right)}{\left(\frac{0,104}{\sqrt{3-1}} \right)}$$

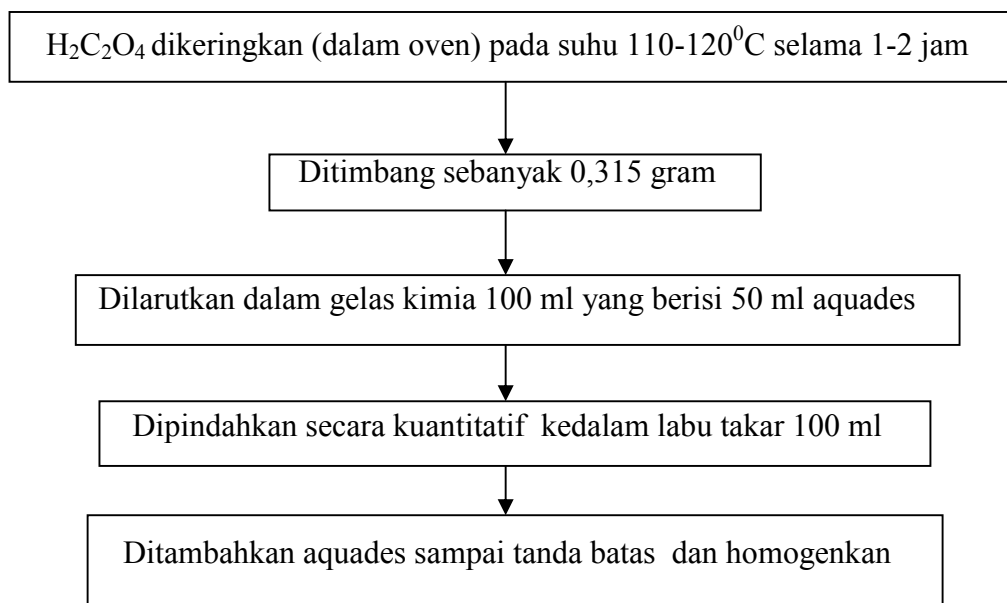
$$= \frac{\underline{-0,27}}{0,074} = -3,648$$

Lampiran 3. Skema Kerja

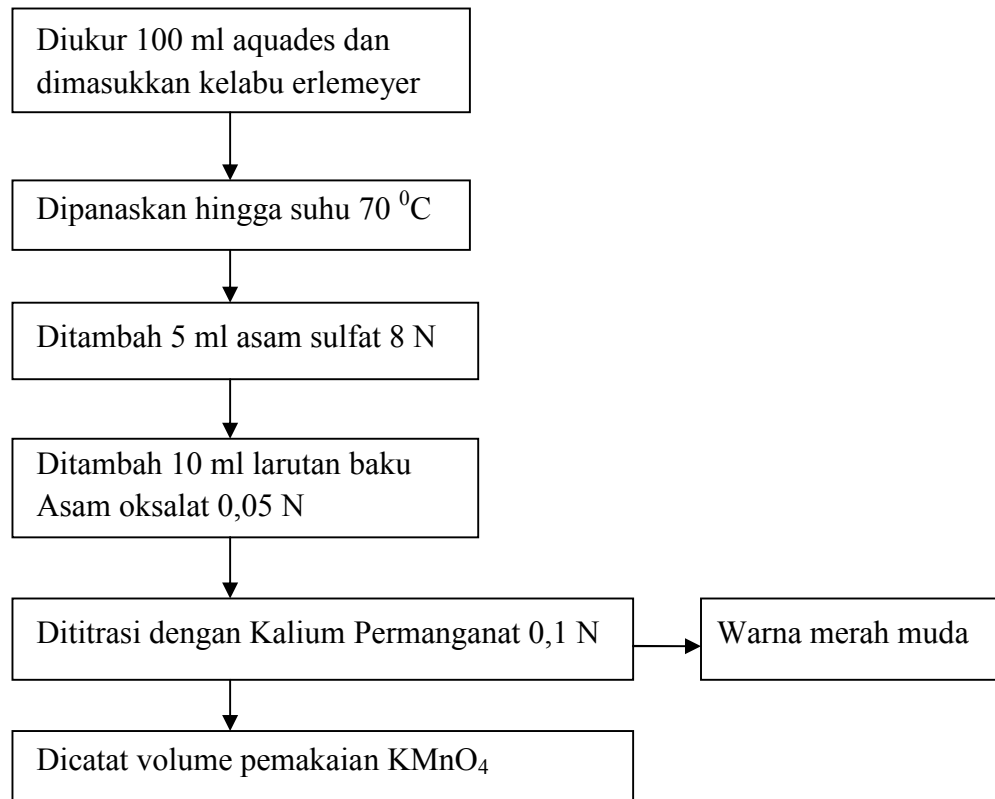
a. Pembuatan Larutan KMnO_4 0,1 N



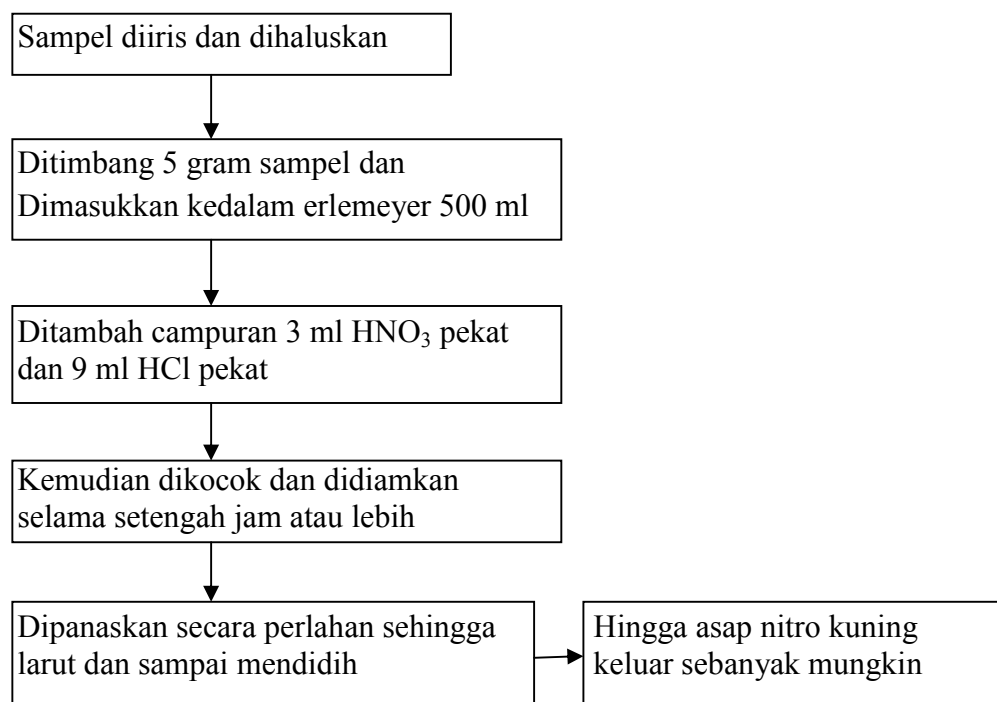
b. Pembuatan Larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,05 N

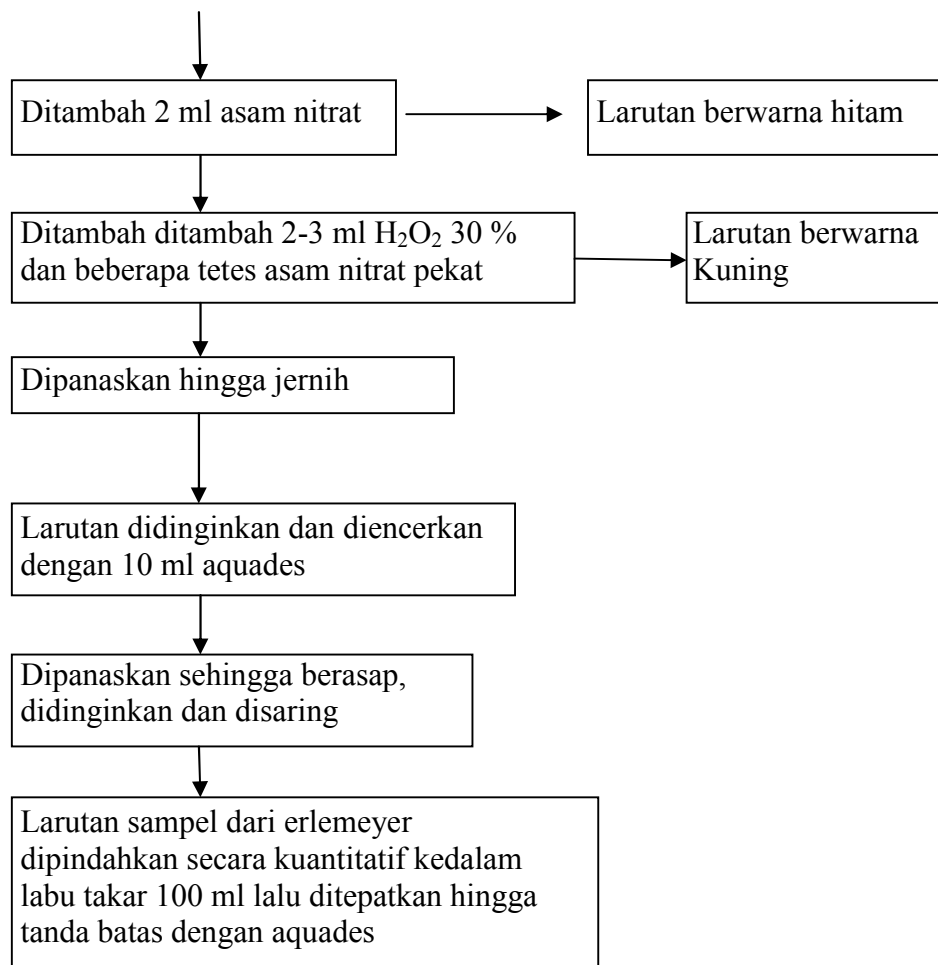


c. Standarisasi Larutan KMnO_4

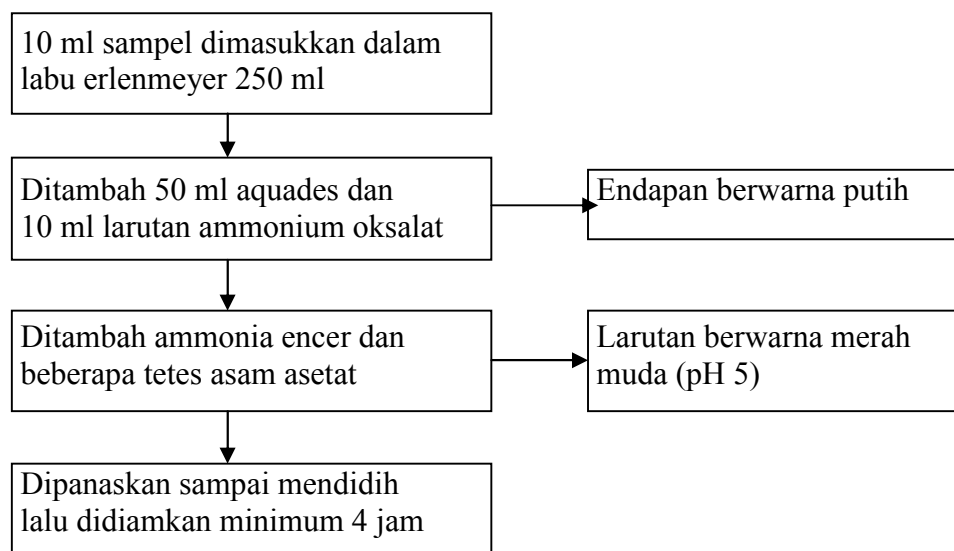


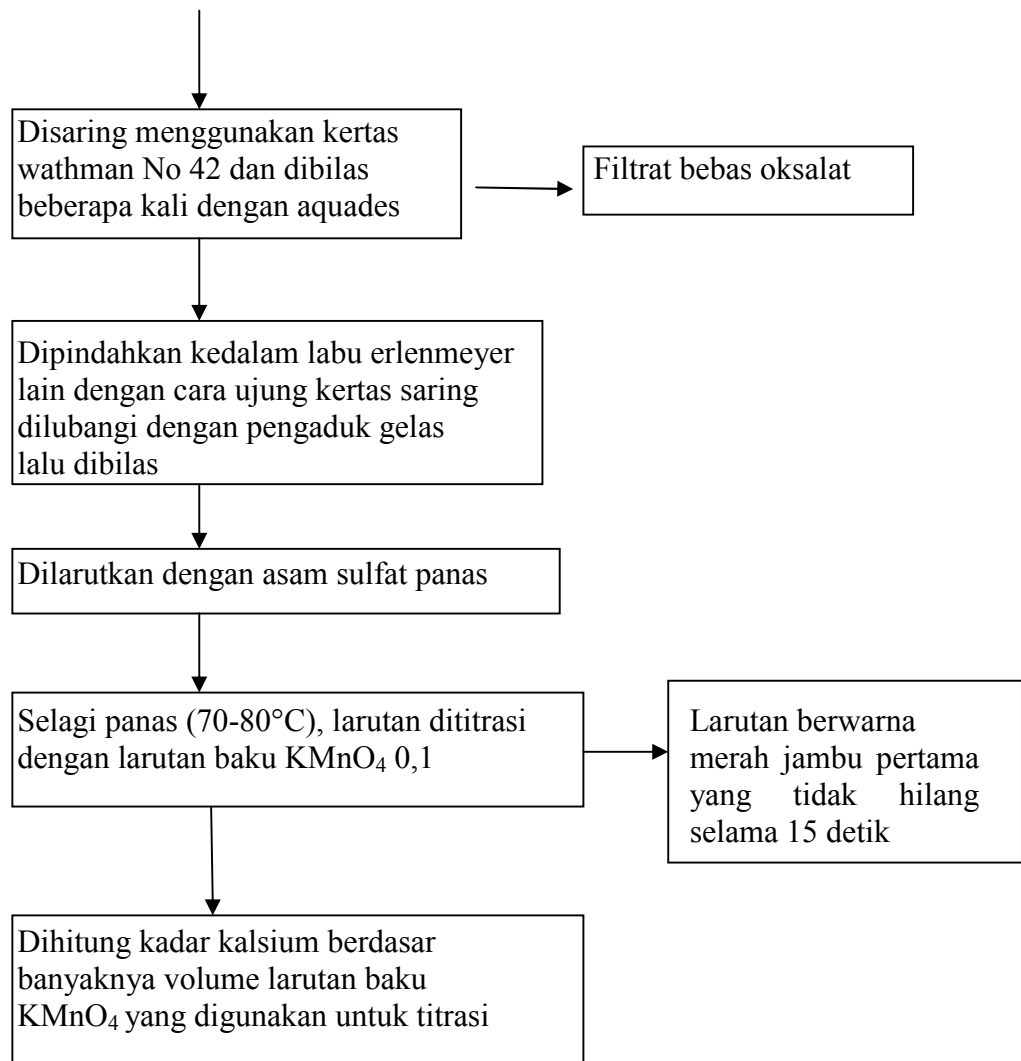
d. Dekstruksi Sampel Tempe





e. Penentuan Kadar Kalsium





RIWAYAT HIDUP



Sri Rahmadani, lahir di Sungai Gayo Kabupaten Pesisir Selatan pada tanggal 17 April 1989. Anak ketiga dari 5 bersaudara dari pasangan Ayahanda Rafli dan Ibunda Edelwina. Pendidikan formal yang ditempuh adalah Sekolah Dasar Negeri 006 Kotagaro Kabupaten Kampar, lulus pada tahun 2001. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan kejenjang Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Negeri 001 Tapung Hilir, lulus pada tahun 2004. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan kejenjang Sekolah Menengah Farmasi Ikasari Pekanbaru, lulus pada tahun 2007.

Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau pada tahun 2007 di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Kimia. Selama kuliah penulis aktif dalam berbagai organisasi kampus yaitu HMJ Pendidikan Kimia, Fs Nuri, DEMA, FKII As Syams, KAMMI UIN SUSKA dan lainnya. Pada tahun 2010 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata di Selat Guntung Kecamatan Sabak Auh, Siak. Pada tahun yang sama penulis melakukan PPL di SMA Negeri 2 Tambang Kabupaten Kampar.

Dalam perjalanan waktu, pada bulan Mei 2011 penulis melakukan penelitian di Laboratorium Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau. Alhamdulillah akhirnya pada tanggal 11 Juli 2011 penulis berhasil mendapat gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) dalam Ujian Munaqasyah dengan predikat terakhir 3,32 (Sangat Memuaskan).